عجائب المريخ

بين إرهاصات الحلم وإنجازات العلم

فهرسة المكتبة الوطنية - دولة الكويت
ردمك : ٨ - ٧٥ - ٩٠ - ٩٩٩٠٦
رقم الإيداع : ٢٠٠٦/٥٤٨



بين إرهاصات الحلم وإنجازات العلم

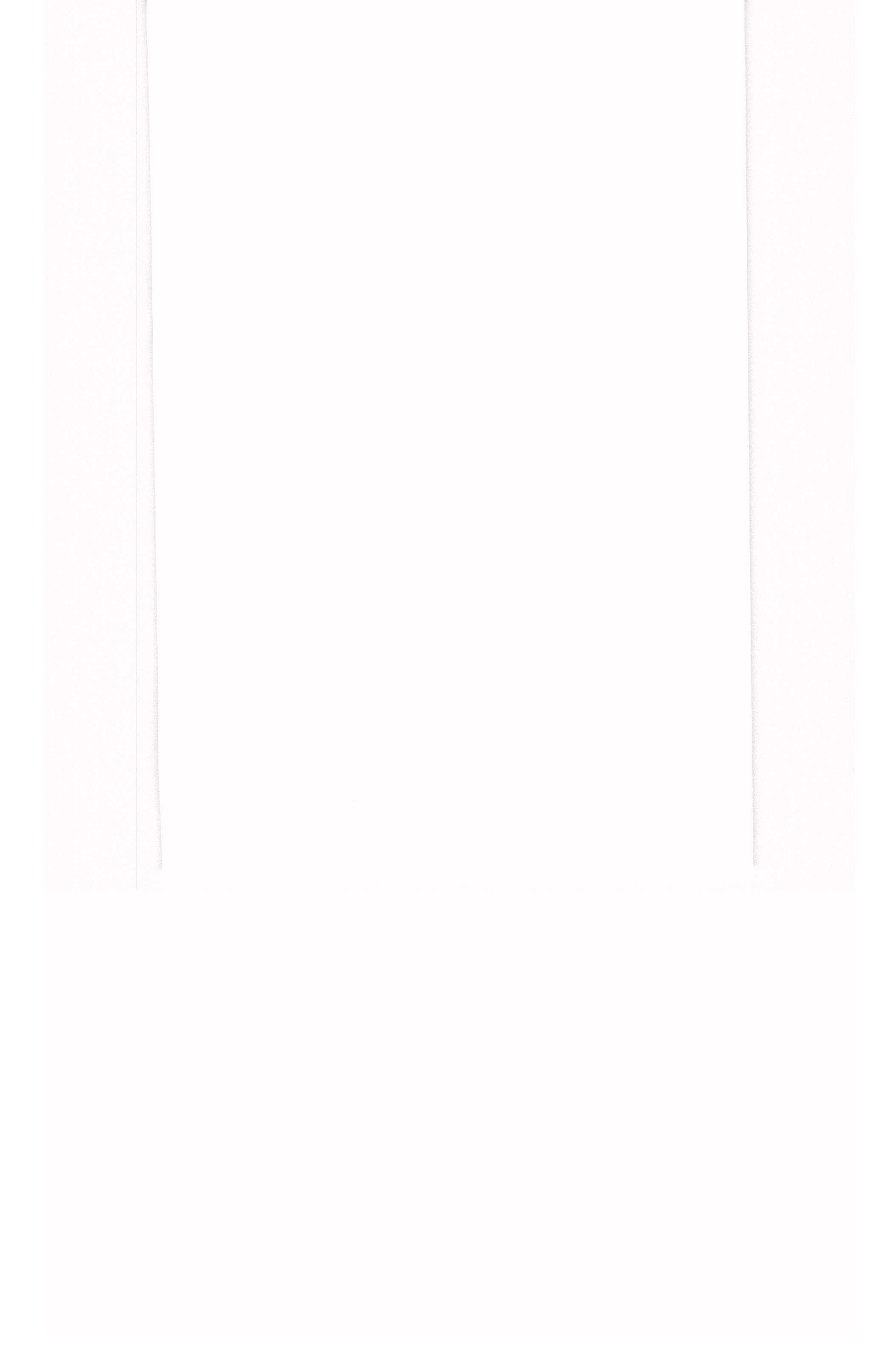
تأليف

أ.د. محمد أحمد سليمان

تقديم

الفلكي الكويتي الدكتور صالح العجيري

مكتبة العجيري - الكويت - ٢٠٠٧م



إهـــداء

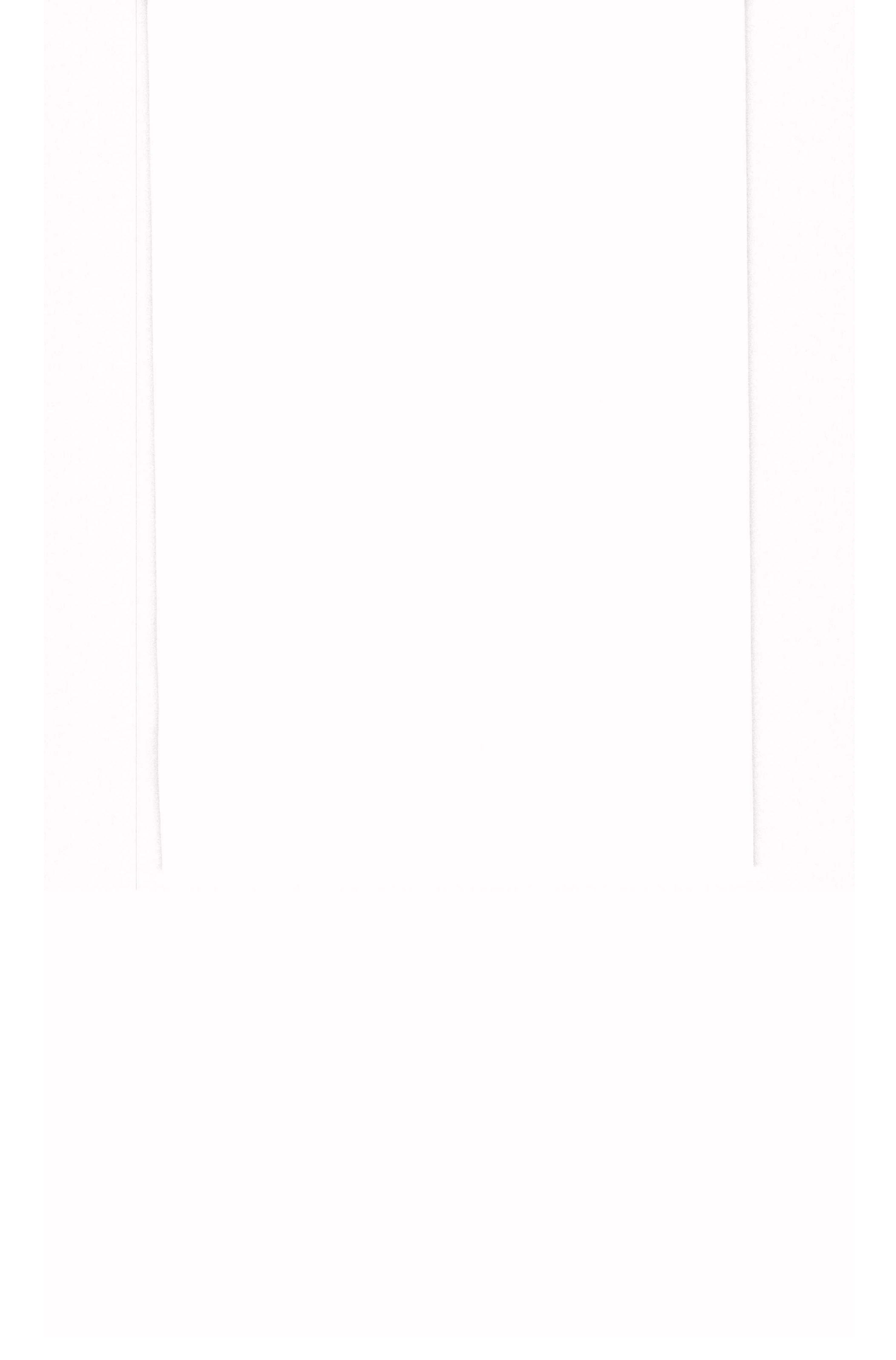
إلى كل الحالمين بالخروج إلى عالم رحب مليئ بالاستقرار والسلام . .

وإلى كل العاملين في مجالات الفضاء من أجل تحقيق هذه الغاية النبيلة . .

وإلى كل علماء الفلك الذين وهبوا حياتهم وأفنوها في سبيل الوصول إلى حقائق الكون وأسراره . .

أهدى هذا السجل المتواضع جدا أمام الإنجازات التي تزخر بها الشبكة العالمية للمعلومات (الإنترنت) .

المؤلف



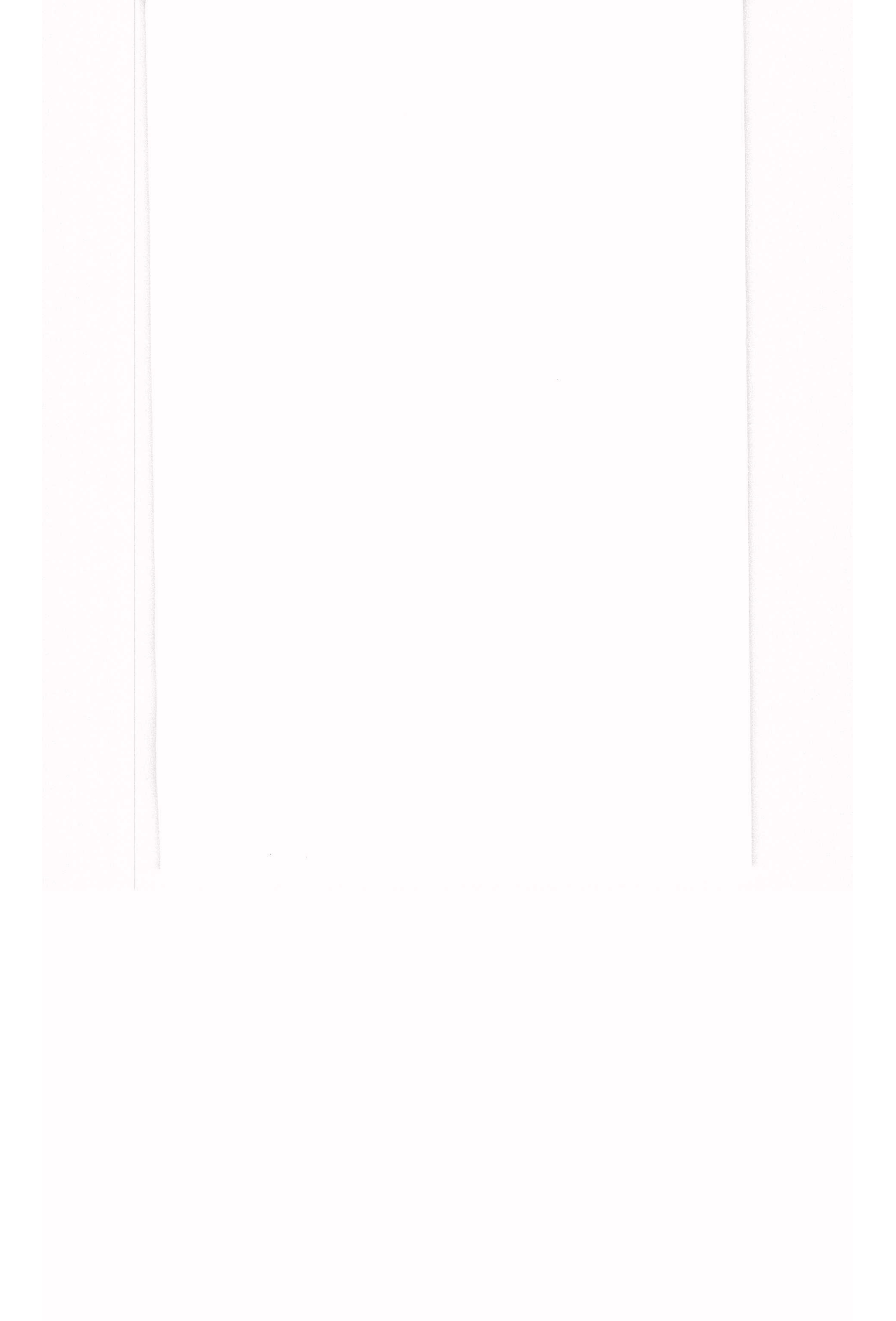
التقديم

هذا الكتاب عن المريخ، جمع بين دفتيه ثلاث حسنيات: الأدب والعلم والتاريخ. أما الأدب ففي الأسلوب الأدبي الرشيق، الذي يتميز به المؤلف. وأما العلم، ففي كل ما احتواه من حقائق علمية، تعكس آخر الإنجازات التي حققها الإنسان بإجراء التجارب الناجحة لاختبار مدى إمكانية الهبوط الآلي الآمن على سطحه، لدراسة أنسب المواقع للهبوط الآهل والآمن برواد الفضاء على سطحه. أما ثالث الحسنيات فهي الوقائع التاريخية، التي سردها المؤلف ليربط بين أحلام الإنسان قبل عصر الفضاء، وإنجازات العلم الحديثة التي أنعشت آماله في أن يجد الأمن والأمان، بعيدا عن نطاق الكرة الأرضية التي أصبحت في منآى عن الهدوء والسكينة، أقرب ما يكون من الصراعات والحروب.

المريخ كوكب توأم لكوكبنا. والزهرة كوكب توأم لكوكبنا أيضا. ولكن المريخ أكثر توأمة للأرض من الزهرة. لسبب بسيط ولكنه أساسي، فيوم المريخ يزيد عن يومنا بسبع وثلاثين دقيقة، ويزيد هذا الفارق كثيرا في حالة عطارد والزهرة وبلوتو، ويقل عن ذلك في حالة كل من المشترى وزحل ويورانوس ونبتون. كما تبدو التوأمة واضحة أيضا في أن المريخ هو أكثر الكواكب، بعد الأرض احتواء للأكسجين والماء. فضلا عن أن المريخ من الكواكب الأرضية، ذات الصلابة والكثافة القريبتين من نظيرتيهما على كوكب الأرض.

وربما يكشف لنا ذلك سر اهتمام المؤلف بهذا الكوكب، وسر تفرغه في الفترة الأخيرة لدراسته ورصده، ومن ثم كتابة هذا الكتاب القيم عنه.

د . صالح محمد العجيري



مقدمـــــة

في يوم من ذات الأيام، أحس الأمير بالملل في إمارته الأمريكية، فخطر بباله أن يدخل مكتبته، لعله يجد فيها ما يخفف عنه هذا الإحساس المزعج. وقعت عيناه على كتاب نشر منذ ١٠٠ عام، يحمل عنوان "حرب الأكوان" "War Of Worlds"قرأ فيه عن كوكب يدعى مارس Marsأو المريخ. كلف وكالة ناسا ببناء سفينة قوية محصنة، توصله إلى ذلك الكوكب العجيب دون خطورة. طار الأمير إلى الكوكب في رحلة طويلة مرهقة. رآه من على البعد يشبه قالبا كرويا عملاقا من الجبن، مغطى بصلصة المكرونة الإسباجيتي. ولما هبط عليه كان قد بلغ منه الجوع مداه، حاول أن يقضم جزءا منه، فلم يستطع، واصطدمت أسنانه بصلابة قشرته. ولكنه وجد أن الكوكب مسكون بمخلوقات ذات رءوس دائرية وأجسام ناحلة. وكانت بيوتهم بيضاوية طافية على برك من الماء. رأى المريخيون أمامهم فجأة مخلوقا أنيقا، بديع الزي، لم يروا مثله من قبل. فمكث فيهم، أميرا، سعيدا بانفراديته بينهم، وإمارته عليهم.

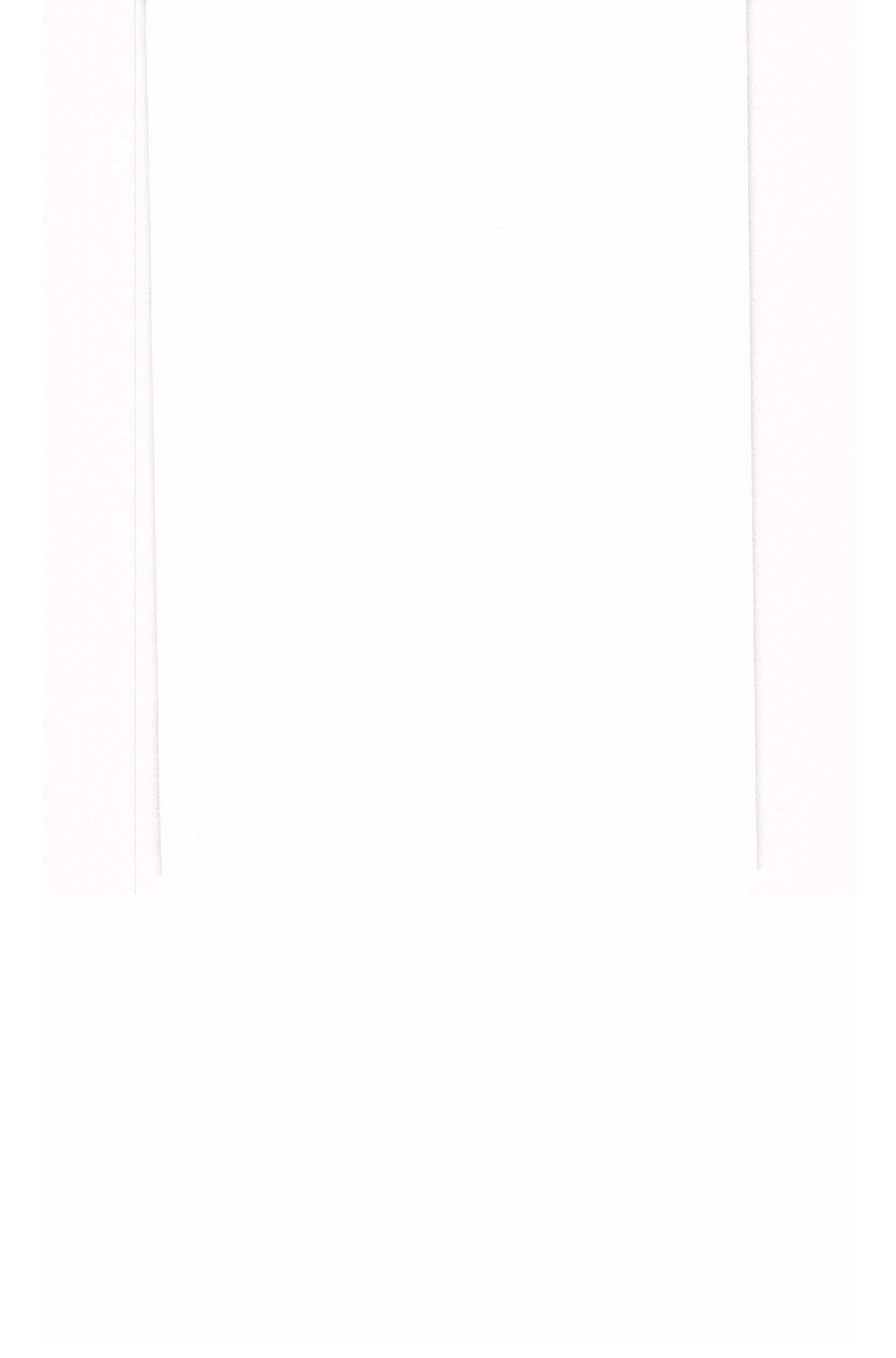
هذه هي أول قصص الخيال العلمي، التي فتحت المجال الرحب أمام خيال الإنسان، لاكتشاف ذلك العالم البعيد الأحمر المجهول. ونتيجة لصفات الإنسان، فقد تخطى بخياله الجامح ذلك الكوكب القريب، إلى الكواكب الأخرى البعيدة التي ربما تدور حول النجوم الأخرى.

و في كتابه الذي نشر عام ١٩٧٣ "المريخ وعقل الإنسان" يقول كارل ساجان "ربما كان المريخ في وقت ما، مأهولا في مكان ما منه، بأشكال حياة أرضية عضوية دقيقة ممكنة الوجود"

هذه المداعبات والأحاجي تحتم علينا القيام بجولة شاملة، نتردد فيها بين الحلم الذي داعب خيالات الإنسان، والعلم الذي صال وجال، معه وفيه، بمساعدة تقنيات، لم يرق خيال الإنسان إليها وقت أن راوده ذلك الحلم. فتعالوا بنا نستعرض معا ما عرف ونشر من أبحاث واكتشافات عن هذا الكوكب الأحمر القريب. ولنترك البعيد عنا لما بعد.

المؤلف

الباب الأول
نبذة تاريخية



نبذة تاريخية

ترجع تسمية المريخ إلى إله الحرب الغاضب، ذي الأوداج الحمراء عند الرومان. وقد أسماه قدماء المصريين هيرديشر Her Descherوهي كلمة تعني "الكوكب الأحمر" . وهذا الكوكب معروف للإنسان منذ عصور ما قبل التاريخ، مثل ما يسبقه في الترتيب من كواكب، كعطارد والزهرة والأرض، التي تسمى بالكواكب الأرضية الداخلية، وتتميز بسطح صلب، على عكس الكواكب الخارجية المشتروية، المشتري وزحل ويورانوس ونبتون وبلوتو (والكوكب الجديد سيدنا) التي تتكون من الغازات المتجمدة.

وعن لسان العرب: المَرِّيخ والمَرِّيج في اللغة، بفتح الميم وكسرها، بمعنى الرجل الأحمق، قال أبو خَيرة : والمَرِّيخ والمَرِّيج بالحاء والجيم جميعا، ويجمعان أمرخة وأمرجة، والمريخ : كوكب مِن الخنس في السماء الخامسة، وهو بهرام.

وفي عام ١٦٥٧ قال كريستوفر رن Cristopher Wrenمن جريشنام كوليدج "سيحين الحين على الإنسان الذي يمد فيه بصره ليرى الكواكب كما يرى كوكبنا الأرض تماما" . وبعد بضع سنين من هذه المقولة وصلت أحد الفلكيين المشهورين آنذاك برقية من رئيس تحرير إحدى الصحف يبلغه فيها عن

تساؤلات وصلت إليه من ٥٠٠ قارئ عما إذا كان هناك حياة على المريخ أم لا؟. فكان رد الفلكي " لا أحد يعرف.. لا أحد يعرف... لا أحد يعرف ٥٠٠ مرة".

لقد كان الفلكي الألماني كريستيان هايجنز Christian Huygens (1629 - 1695)أول من رسم معالم المريخ في ١٣ أكتوبر١٦٥٩ . وبعد ٤٦ يوما سجل هايجنز أول مَعْلَـمٍ على سطح المريخ، الذي يعتقد أنها كانت منطقة سيرتز ميجور Syrtis Majorشكل (٥).

وفي عام ١٨٦٨ تم وضع نظام لخطوط الطول على المريخ بناءً على مقالة نشرها الفلكي البريطاني ريتشارد أ. بروكتور (١٨٣٧ - ١٨٨٨) Richard A. Proctorبعنوان " أراضي المريخ وبحاره " "The Lands and Seas Of Mars" تتضمن ٢٧ رسما، تعبر عن الأرصاد التي أخذها وليم رالتر داويز William Rulter Dawes.و خلال عامي ١٨٦٢و١٨٦٥ اختار ريتشارد بروكتور بقعة لخط طول صفر على الكوكب الأحمر، والذي يمثله الآن فوهة إيري - ٥ التي توجد في منطقة سيناس ميريدياني Sinus Meridianiشكل (٢٥).

في عام ١٨٧٧ وجه جيوفاني تشيباريللي Giovani Schiaparelli شكل (١) تلسكوبه الكاسر٨,٨ بوصة(٢٢سم) للكوكب الأحمر، في ظل سماء صافية ومستقرة في ميلانو بإيطاليا، فأوحى إليه ما يراه من شبكة متصلة، مكونة خطوط دقيقة على سطح المريخ، أن يطلق عليها اسم " قنوات " (Canali)، مشيرا بذلك لوجود حياة متطورة لها قدرة على إجراء تشكيلات ذاتية متنوعة. وازداد اهتمام تشيباريللي بالكوكب الأحمر الغامض، فقاس



شكل (١) - جيوفاني تشيباريللي الفلكي الأيطالي الذي تخرج من جامعة تورنتو ودرس في المرصد الملكي في برلين تحت إشراف جوهان إنكي Johan Enke مكتشف المذنب قصير الدورة المعروف باسمه Enke Comet ثم تدرب لفترة قصيرة في مرصد بولكوفا بروسيا. وبعد ذلك التحق بمرصد بريرا في ميلانو عام ١٨٦٠ ثم صار مديرا له بعد عامين.

بدأب وعناية مواقع مئات الملامح والتضاريس، ليرسم أول خريطة دقيقة للمريخ. وبالرغم من قصر نظر تشيباريللي وعمى الألوان الذي كان يعاني منه، فقد أوتي إدراكا حسيا غير عادي للتفاصيل الخافتة الدقيقة. ولاحظ تشيباريللي أثناء رؤية جوية صافية وجو أرضي مستقر وصورة حادة التفاصيل، ظهورا مفاجئا لامتدادات خطية طويلة خافتة، عابرة حدود الصحاري في هذا العالم البعيد. وهنا أعلن على العالم وجود هذه القنوات. ومع اجتماع هذه القنوات في وجود بعض الملامح شبه الأرضية الأخرى صار المريخ أقرب شيء لتوأم الأرض. وعلى مدى ما يقرب من ١٠٠ عام تالية، سيطرت فكرة وجود شكل لحياة أساسية تسكن المريخ، أو حتى وجود كائنات متقدمة تكنولوجيا، تفوق عقولها عقول عامة الناس وتخيلاتهم.

وقد لاحظ كل من تشيبارللي ولويل أن القنوات كانت أكثر وضوحا في الشيئيات الصغيرة، أو حينما يكون المريخ بعيدا عن المقابلة. وبالرغم من أن

تشيباريللي كان لديه تلسكوب كاسر ١٩ بوصة فقد أجرى معظم أرصاده بتلسكوب ميزر ٦ و٨ بوصة. ولم يستخدم تلسكوب ١٩ بوصة إلا حينما أحيل إلى المعاش. أما لويل فقد توقف عن استخدام تلسكوب كليرك ٢٤ بوصة واستخدم تلسكوب ٦ بوصة، ليتجنب اضطرابات الجو في جبال فلاجستاف. وقد توارى كل من تشيباريللي ولويل في قبريهما معتقدين في وجود هذه القنوات، التي تنم عن وجود حياة.

وقد وصف العديد من الراصدين الفلكيين في ذلك الوقت هذه القنوات بعد رصدها، ولكن الوصف لم يكن مطابقا للصور التي أتت بها سفن الفضاء المتقدمة فيما بعد. وعلى النقيض، فقد أبدى الكوكب تناقضا كبيرا بين جيولوجيته ومترولوجيته (أرضه وغلافه الجوي). فالبراكين الضخمة تنم عن نشاط مستمر حتى وقتنا هذا. والفيضانات العملاقة انسابت دوريا عبر سطحه، مطوفة في أعماق السهول، مكونة في طريقها قنوات كبيرة. بالإضافة إلى القنوات الصغيرة التي تدل على تآكل بطيء ناشئ عن مياه جارية، على غرار ما يحدث في وديان الأنهار الأرضية. وهذه القنوات محيرة، لأن الماء لا يتواجد على سطح الكوكب في وجود هذه الظروف، التي تنم عن بيئة متجمدة أو بيئة متبخرة، ولكن وجود القنوات يدل على ظروف مناخية مختلفة بالنسبة لماضي المريخ. وتدل الأخاديد الضخمة على تصدع وانزلاقات قشرية على نطاق واسع. بينما تدل الرواسب الطبقية على الأقطاب عن رسوبيات دورية. ورغم عدم وجود ماء على السطح، فإن هناك برهانا جيدا عن وجود ثلج سطحي، يمكن أن يتواجد تحته الماء السائل. وتحاط معظم الفوهات الصدمية بنماذج انسيابية، تدل على أن المادة المقذوفة لها شبه تكوين طيني، كما لو كان

الإصطدام قد نفذ من خلال طبقة ثلجية سرمدية التكوين، لتخرج المادة الغنية بالماء من أسفل السطح.

ومع نهاية القرن التاسع عشر اكتسبت فكرة القنوات شهرة كبيرة، غذتها أرصاد أحد هواة الفلك الأثرياء في بوسطن، هو برسيفال لويل Percival Low-ellالذي رسم مئات الإمتدادات الخطية الدقيقة الطويلة الكاملة على طول وعرض المريخ. واعتنق بعض الفلكيين فكرة لويل التي أعلنها من قبل في أن هذه القنوات عبارة عن تراكيب وتشكيلات ذاتية بناها سكان مريخيون في سبيل تأمين حياتهم. بينما ظل كثيرون متشككين في هذه المزاعم. فمثلا ادوارد إمرسون برنارد Edward Emerson Bernard الذي يعتبر من أعظم الراصدين البصريين في كل العصور، لم ير هذه القنوات، حتى وهو يرصد المريخ بتلسكوب كلارك الكاسر ٢٤ بوصة، أو بتلسكوب ليك ٣٦ بوصة أو بتلسكوب يركيز ٤٠ بوصة، رغم أن برنارد أوتي رؤية دقيقة غير عادية، فقد رأى بدلا من ذلك تسلسلا من ملامح غير منتظمة معتمة، وهو ما يوحي بوجود امتدادات خطية في ظروف الرؤية الحسنة.

وفي عام ١٨٩٦ نمت هذه الفكرة من قبل كتاب الخيال العلمي الذين تخيلوا كوكبا ميتا فيه نقص في الماء، وهبط عليه آخرون، وجدُّوا في البحث عن الماء وحفر الآبار. واستغل البعض هذه الفكرة لإجراء خطوة متقدمة كي يغزو سكان المريخ كوكب الأرض، تجذبهم المحيطات الواسعة، والمياه الوفيرة، والحياة الجماعية المترابطة على سطحها.

والحقيقة أن خريطة المريخ التي رسمها الفلكي الفرنسي الشهير إمننت م.

أنطونيـاديس E.M. Antoniadiأظهـرت عـددا من القنوات. ولو أنه عـارض حقيقتها عـام ١٩٢٤ . وفي طبعة ١٩٤٩ من كتاب" حرب النجوم" Challenge of the starsذيلت الصور بعبارة " تأكـد من اللون والقنوات - د. إديسون بيتي D.Edeson Pettit".ولم توضع الأمور في نصابهـا إلا في يولية عام ١٩٦٥ عندما تحقق أول طيران قريب منه لسفينة الفضاء مارينرز ٤ شكل (٣٧) التي أرسلت ٢٢ صورة للكوكب الأحمر عن كثب.

في عـام ١٨٩٨ تمخض الخيـال العلمي للكاتب البريطاني هـ. جـ. ويلز H.G.Wellesعن حـرب الكـواكب، حـيث أوحى للعـالم بهـذا الرعب وهذه الإثارة. لقـد صـور ويلز غـزو سكـان كـوكب المريخ لسكـان الأرض، من أجل الحصول على مياه، لتعويض نقصها على كوكبهم. ثم كانت هناك دراما إذاعية عام ١٩٣٨، عن قصة ويلز أيضا بخصوص غزو سكان المريخ لكوكب الأرض تركت آثارا تمثلت في صراع مسعور في برامج الراديو والسينيما بعد ذلك، مما أثار أفكار الفـلكيين في البـحث الحقـيـقي عن مدى إمكانيـة وجـود حياة على المريخ.

وقد ساندت بعض الحقائق الأخرى الإعتقاد السائد أن بالمريخ حياة. وبين مجيىء الفصـول المريخية وذهابها يستطيع الفلكيون رؤية انسياب تيارات المياه في الصيف وتراجعها في الشتاء، من طاقيتي المريخ الشمـالية والجنوبية، حيث اصطبغت بعض المناطق الجنوبية باللون الأزرق المخـضـوضر، مما دفع البعض للإعتقاد في وجود خضراوات، تزداد مساحتها صيفا وتنكمش شتاءً. وفي بعض الأحيان كانت القنوات تبدو متغيرة الإتساع، بما يوحي أن ذلك من فعل

مخلوقات متحضرة. وقد سخر البعض من هذه الأفكار والإستنتاجات قائلين أن ذلك ما هو إلا خداع بصر، وقال الفلكي الألماني كاسيمر جراف Kasimer Graffأن هذه القنوات لا ترى في الواقع من على هذا البعد بهذا الحجم، خصوصا إذا كانت بهذه الألوان الصفراء أو البنية أو الرمادية.

ورغم مرور أكثر من ١٢٠ عاما على هذه الخيالات والأوهام، فمازال المريخ يبهرنا، ويلفت أنظارنا، كما يلفت أنظار العلماء والصحفيين، ومن بعدهم الدهماء، كلما بدت منه لفتة أو نظرة، عندما يدنو منا، أو يزداد اقترابا، كما حدث في أقصى اقتراب متميز له من الأرض منذ ٦٠ ألف عام صباح السابع والعشرين من أغسطس عام ٢٠٠٣ م، عندما كانت المسافة التي تفصل بينه وبين الأرض ٥٥ مليونا و٧٦٠ ألف كم. وقد ظهر ذلك في صورة قرص كبير لامع شديد الإحمرار، يشغل مساحة ٢٥ ثانية قوسية على صفحة السماء، علما بأن القمر وهو في طور البدر يشغل ١٨٠٠ ثانية قوسية، وتشغل النجمة اللامعة ١-٣ ثانية قوسية.

إن منظر الكواكب في السماء يسعد الفلكيين كما يسعد هواة الفلك، خصوصا كوكب الزهرة بتلألئه، وكوكب زحل بحلقاته الثلجية المحيطة به من كل جانب، ممتدة على طول محيط الكوكب ٧٠ ألف كم، وسمكا ٥ كيلومترات. وهي أكبر ثلاجة كونية عرفها الإنسان، وبأقماره التي بلغت حتى الآن ٥٠ قمرا، والبقية تأتي. وكذلك كوكب المشتري بعينه الحمراء الكبرى، وأقماره التي فاقت في عددها العشرين. والمذنبات والشهب والنيازك والأجرام السماوية التي تثير الإنسان وتهز وجدانه. إلا أن للمريخ سحرا

وتأثيرا خاصا على الجميع. فهو بالنسبة للباحثين، الكوكب الأحمر بسبب توافر أكسيد الحديد الشائع على الكرة الأرضية، الذي يتكون نتيجة عدّة عمليات، يدخل الماء في معظمها. إحداها عمليّة الترسيب من موائع تجري عبر رسوبيات، وأخرى ترسيب الماء، وانتزاعه من معادن الحديد الحاملة للماء مثل أكسيد الحديد المائي (الجيوثيت)، وهو معدن ذو لون بني ضارب إلى الحمرة، يوجد في كثير من التربات الصحراوية. وقد تبيّن أن صخور منطقة الميريدياني الغنية بالهيماتايت على المريخ، تناسقت في طبقات سهلة التآكّل، أعلى السطوح القديمة شديدة التَّفَوُّه، مما يوحي أنها تراكمات رسوبية؛ ملأت قنوات قديمة ومناطق طبوغرافية أخرى منخفضة، ترسبت في الماء من قبل، أكثر من كونها منتشرة عبر التضاريس الأرضية، كرماد بركاني أو غبار تذروه الرياح. وهو بالنسبة لهواة الفلك والإعلاميين مثار جذب وجنون. ومن ناحية أخرى يشكل المريخ للفلكيين المحترفين مستقبلا باهرا في موقع آمن بعيدا عن الصراعات والحروب، وقاعدة مناسبة لدراسة الكون، بعيدا عن الأرض بكل مشكلاتها التي شوهت رفاهيات وكماليات، أضاع الإنسان عمره في تحقيقها. وعاد إلى نقطة الصفر، وكأنّا يا بدر لا رحنا ولا جئنا.

ويتمنى كثير من الناس أن تتحقق نبوءة وجود حياة على كوكب المريخ، لتبعث الأمل في وجود مخلوقات أقرب للفطرة وأكثر نقاء. ويود البعض الآخر ألا يكون هناك حياة في أي مكان آخر خارج الكرة الأرضية، بما في ذلك المريخ، فلا ينشغل خيالهم بما لا يرون طائلا من ورائه. ويمثل هذا الصراع بين المعسكرين - إلى حد ما - جوهر الإنطلاق إلى فهم حقائق الأشياء ومعرفة كنهها. وربما كان رأي وليم هرتشل مؤسس علم الفلك الحديث الذي أطلقه

عام ١٧٨٣ معبرا عن رأي الأغلبية حينما قال " ربما يكون التشابه بين الأرض والمريخ هو الأعظم في النظام الشمسي كله " .

والسؤال الذي يتبادر للذهن هو: لماذا المريخ بالذات؟. ولماذا يتهافت الغالبية لمعرفة الأخبار عن المريخ والمريخيين إن وجدوا ؟ بدرجة تفوق شغفهم عن زحل وعن الزحليين، أو المشتري والمشترويين، وبلوتو والبلوتونيين. والإجابة ببساطة هي لأن المريخ يبدو من الوهلة الأولي أشبه بكوكب الأرض، ولأنه أقرب الكواكب التي يمكن أن نرى سطحها ونرى ملامحها المتميزة، فهناك الغطاءان الثلجيان على القطبين، وهناك السحب البيضاء المتحركة، والعواصف الترابية القوية الدوامية المستمرة والمتغيرة الموقع، وكذلك الأنماط المتغيرة فصليا على سطحه الأحمر. وحتى التشابه الشديد في طول يومه مع طول اليوم الأرضي.

لقد أصبح المريخ ميدانا أسطوريا للتنافس في تحقيق الأحلام التي لم تتحقق على الأرض. وصار كذلك مكانا يتخلص فيه الحالمون من مخاوفهم وإحباطاتهم التي يعانون منها على هذا الكوكب الأزرق.

إلا أنه لا يجب أن تضللنا متاعبنا النفسية وهمومنا فنستغرق في الأحلام والخيالات. فالمريخ الحقيقي عالم مليئ بالألغاز والعجائب والأخطار، ومستقبله أكثر غموضا من ماضيه. ومازالت البراهين المطلوب إثباتها عن المعلومات المعروفة عنه، أفكارا في بطن الغيب.

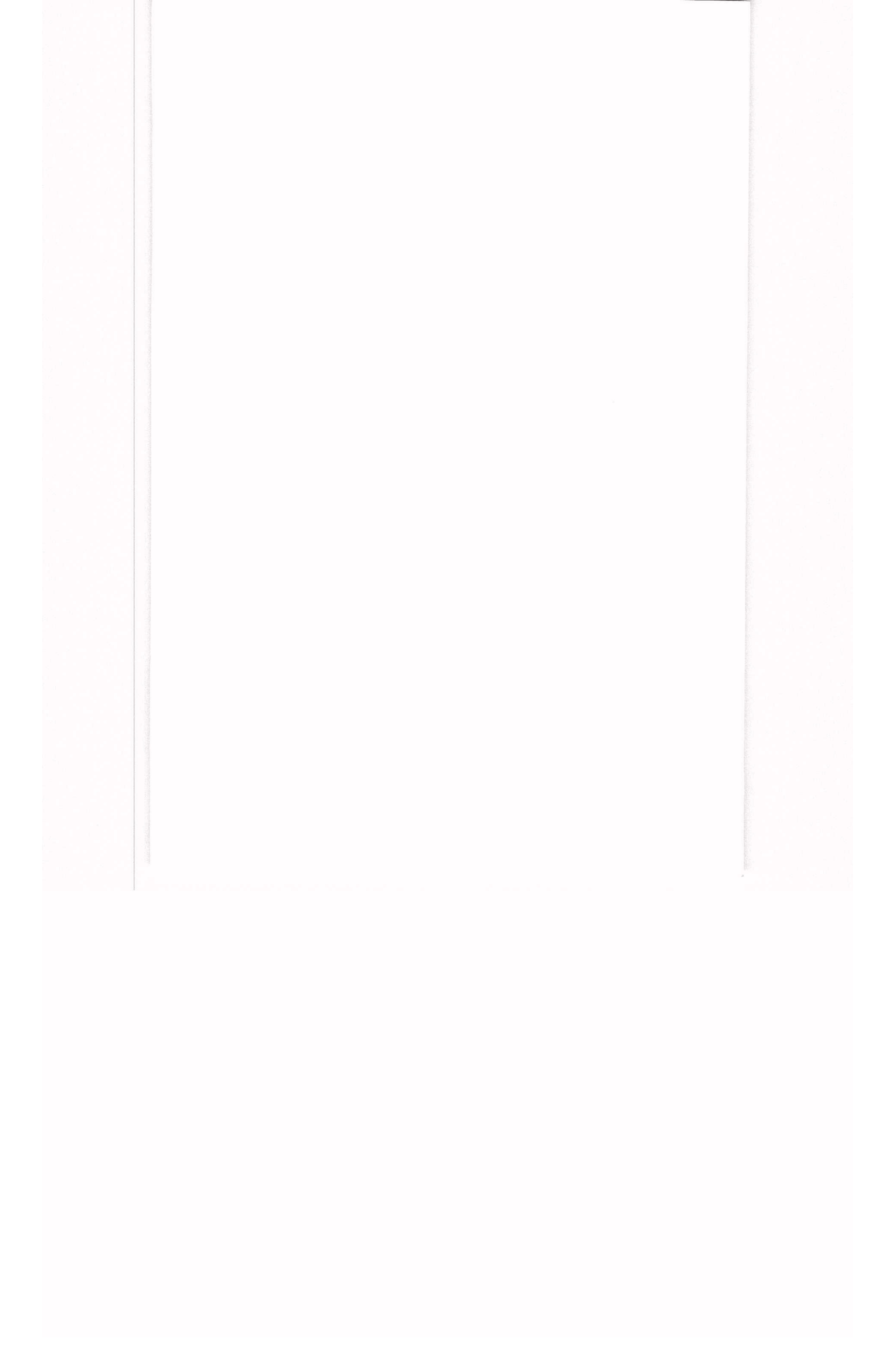
ومع ذلك، فقد دخلنا خلال العقد المنصرم الحقبة الثالثة العظمى لاستكشاف المريخ، وهي التي أعقبت حقبتين تميّزتا بأرصاد القرن التاسع عشر

التلسكوبية، واستعمال السفن الفضائية الأولى لريادة الفضاء في ستينيات وسبعينيات القرن الماضي. وقد رسمت بعثاتُ السفن المدارية والجوالة الحديثة التي أُرسلت إلى الكوكب، طوبوغرافيتَه، وحدّدت معادنه، وصوّرت سطحه بتفصيلٍ كافٍ لتفسير عملياته الجيولوجية، ثم مزجت البيانات المدارية بحقائق الأرصادِ الأرضية. وأخيراً أصبح المريخُ مكاناً، يمكن سرد حكاية صخوره ومعادنه وتضاريسه. نظرا لأن المريخ تعرّض عبر تاريخه لعمليات وظروف متميزة التنوع. وقد احتضن هذا الكوكب، الذي نحن بصدد التعرفً عليه في الأبواب التالية، بيئات مختلفة: من جفاف كامل، إلى رطوبة شديدة، إلى التحاف بدثارٍ من ثلج وجليد. ولم تعد التعبيرات البسيطة مناسبة. وبدلا من أن نسأل: "دافئ" أم "بارد" ؟ نسأل: كم هو دافئ؟ كم هو رطب؟ وكم من الزمن في كلا الحالتين؟ وتركز الإجابات الشافية عن هذه الأسئلة، على ما يجذب الكثير لدراسة الكوكب الأحمر، وبخاصة احتمال وجود حياة عليه، الآن أو فيما مضى.

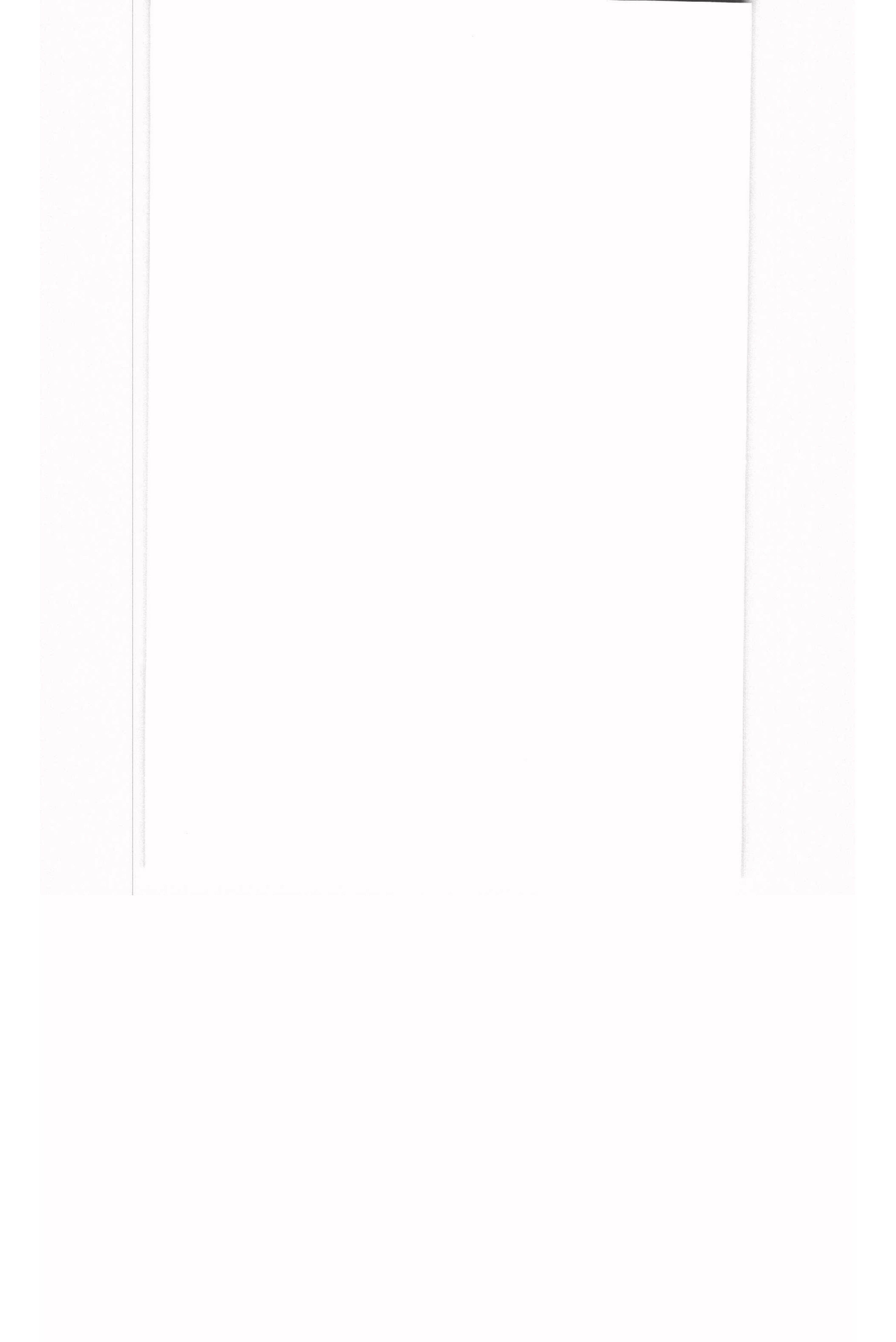
تشبه قصةُ التعرف بالمريخ حكايةَ الأعمى الذي يصف الفيل: فجيولوجيا الكوكب تبدو متغيرة، تبعا للموقع الذي ننظر نحـــوه. والكوكبُ مكانٌ غني بالتضاريس، وله حاضر ديناميكي عجيب، وحتى ماضيه معقّدٌ متناقضٌ ظاهريا. وصخورُه البركانيّةُ متنوعةٌ كمثيلاتها على الأرض، وتتغير الأماكن الحاويةً على الماء فيه تغيراً شديداً. وقد كان الكوكبُ عرضةً لفيضانات غامرة، وربما كانت تسقط الأمطار عليه في باكر تاريخه، ومازالت صخورهُ القديمةُ تحوي معادن، تتحلل بسرعة في بيئة مبللة. فالمناخ جاف وبارد، حتى أن الجوالة أبورتشونيتي وجدت نفسها على قاعِ بحرٍ قديمٍ، مما يشير عادة إلى أن

المناخ كان مختلفاً جداً. والماءُ السائل غيْر مستقر في ظل الظروف الحالية، ومازالت تتكوَّنُ أخاديدُ حديثة، وقد يتواصل ذلك فيما بعد.

يعتبر تنوع البيئة السطحية للكوكب من مكان لآخر، ومن وقت لآخر، أحد أهم المؤشرات الواعدة بالحياة على المريخ. ويوفر ذلك مجموعة بيئات غنيةً، قد تعمرُ بحياة. فقد كان الماءُ وفيراً في البحيرات عهوداً طويلة، وإنْ كانتْ متقطعة. وربما يمرّ زمنٌ طويلٌ جداً على المادة غير الحية لتدبّ فيها حياة، وقد تتشبث بها مواد عضويّةٌ، كمنت خلال المراحل الباردة، وسوف تبعث عندما تتحسّن الظروف المناخية. وسوف تكون بقايا البقاع الثلجية والأخاديد ومناطق مشابهة أخرى، مكاناً رائعاً، لتبحث البعثات الآهلة المستقبلية عن حياة فيها.



الباب الثاني
النظر إلى المريخ عن كثب



النظر إلى المريخ عن كثب

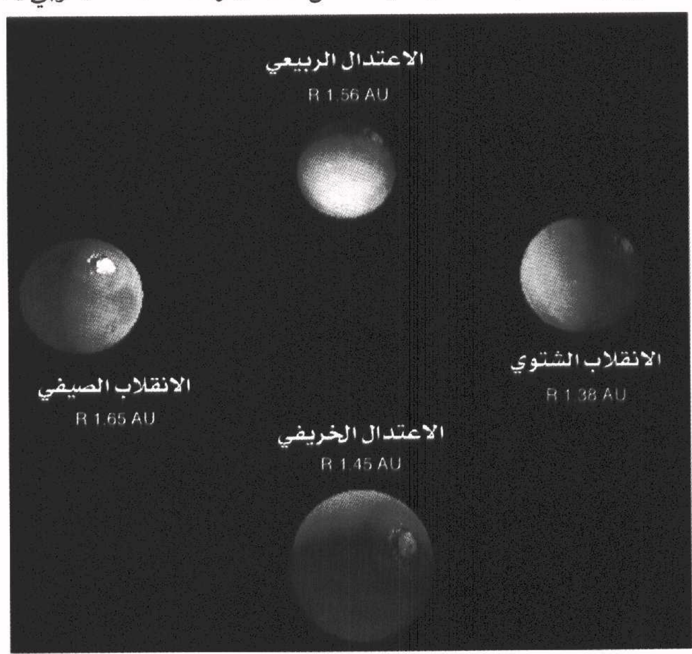
١- حقائق وسمات أساسية عن المريخ

المريخ نجم من القدر الأول، أحمر اللون، قطره أكبر من نصف قطر الأرض قليلا (قطره الإستوائي ٢, ٣٣٩٧ كم)، فهو السابع من حيث الحجم. وكتلته ٦٤٢ مليون مليون مليون طن. كثافته ٩٤, ٣ جم/ سم٣ وهو الرابع بين الكواكب بعدا عن الشمس، حيث يبلغ متوسط بعده عن الشمس ٢٢٧٩٤٠٠٠٠ كم. يدور حول الشمس في ٩٨, ٦٨٦ يوما. تبلغ سرعة دورانه حول الشمس ١٣, ٢٤ كم/ ث. ويميل مستوى مداره حول الشمس على مستوى مدار الأرض حول الشمس ١,٨٥ درجة. وتبلغ جاذبية سطحه ٣,٧٢ متر/ ث٢، مما يجعل سرعة الهروب من سطحه تبلغ ٠٢, ٥ كم/ ث.

ضغط غلافه الجوي٠٠٧, ٠ بار(البار ٧٦ سم زئبق)، أي أقل ١٤٣ مرة من ضغط غلاف الأرض الجوي. ويتكون من: ٣٢, ٩٥ ٪ ثاني أكسيد الكربون، و٧, ٢ ٪ نتروجين، و٦, ١ ٪ أرجون و١٣, ٠ ٪ أكسجين و٠٧, ٠ ٪ أول أكسيد الكربون و٠٣, ٠ ٪ ماء و٠٠٠٢٩, ٠ ٪ من غازات النيون والكربتون والزينون والأوزون.

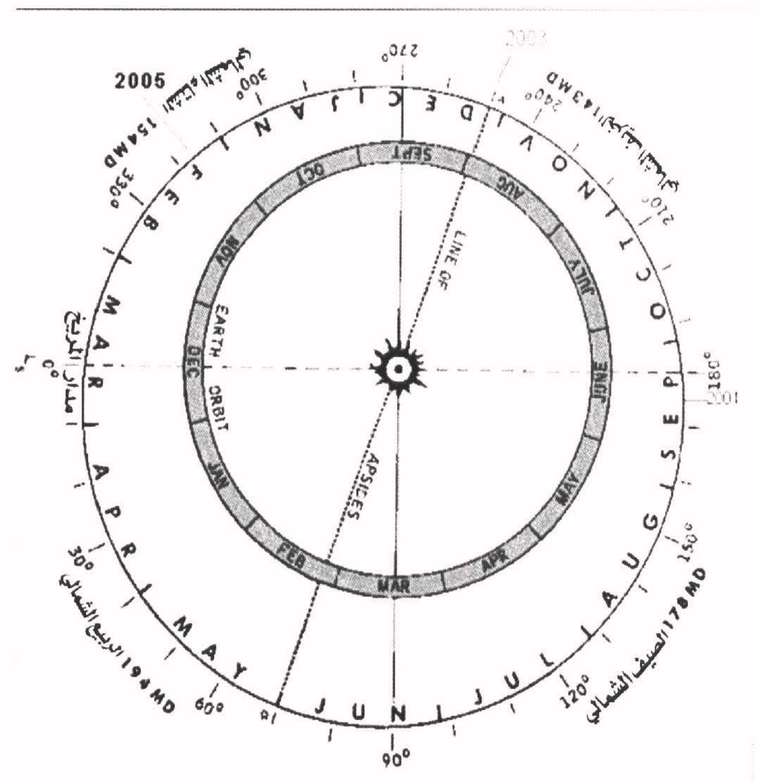
تميل دائرة خط استواء المريخ ٥, ٢٥ درجة على مستوى مداره حول

الشمس، أي بزيادة درجتين فقط عن ميل محور دوران الأرض حول نفسها على مستوى مدارها حول الشمس. ذلك ما يجعل الفصول على المريخ إما باردة جدا أو حارة، ويتعذر أن يكون الماء عليه سائلا، فيكون إما متجمدا أو متبخرا. ويكون نصف الكرة الشمالي دافئا ومضيئا. وتتبادل الفصول على نصفي الكرة الشمالي والجنوبي شكل (٢). ويؤدي ميل محور دوران المريخ إلى تشابه في فصول المريخ الحقيقية مع فصول الأرض. الفارق الوحيد هو أن طول الفصل المريخي يقل قليلا عن ضعف طول الفصل الأرضي نظرا لأن السنة المريخية = ١,٨٨ سنة أرضية. شكل (٣). ولو أن النصف الجنوبي يتميز



شكل (٢) الفصول الأربعة على كوكب المريخ

بفصول صيف قصيرة وحارة، وفصول شتاء أطول، وأبرد، بينما الفصول في الشمال أطول قليلا، لأن الجزء الجنوبي من الكوكب يقع دائما بعيدا عن الشمس في الشتاء، وأقرب للشمس في الصيف. ومع بداية ربيع نصف الكرة الجنوبي تسقط أشعة الشمس أسفل الطاقية القطبية الجنوبية فتنصهر ثلوجها وتتحول من حالة صلبة إلى حالة غازية. وفي شيئية التلسكوب نتوقع أن نرى



شكل (٣) - خريطة هليوغرافية لمداري المريخ والأرض لمقارنة الفصول على الكوكبين بنظام خط الزوال المركزي الكوكبي تبعا لبعد المريخ عن الأرض عام ٢٠٠٥ .

انكماش الطاقية القطبية الجنوبية مع ظهور بعض التفاصيل. ويدور المريخ حول نفسه مرة كل ٢٤ ساعة و ٤ , ٣٧ دقيقة.

يتكون جسم الكرة المريخية من ثلاثة أجزاء:

١ - قشرة رقيقة .

٢ - دثار.

٣ - نواة يصل نصف قطرها إلى ١٣٠٠ كم، وتتكون من خليط من الكبريت والحديد.

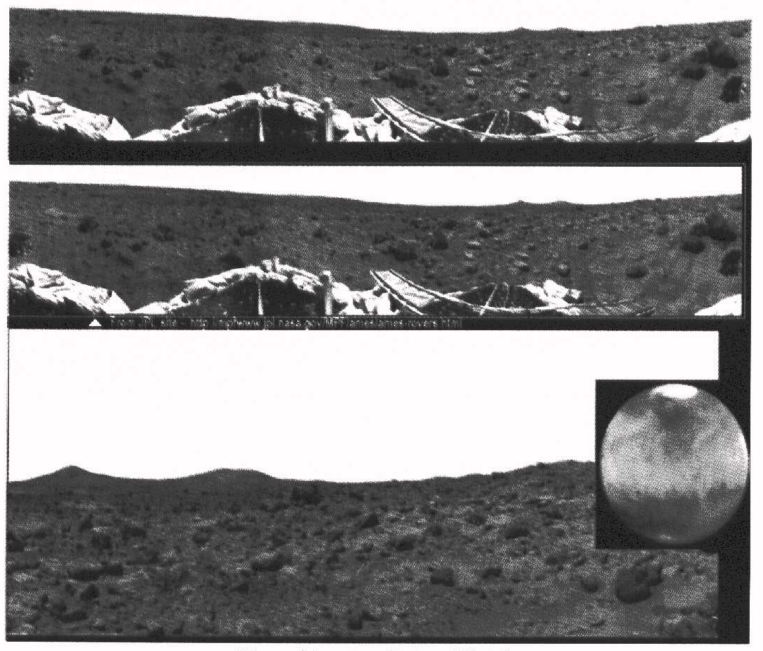
ويوجد على سطح المريخ الكثير من الألغاز التي تحتاج إلى كشف غموضها. فقد خرج المريخ منذ زمن بعيد عن كونه كوكبادافئا رطبا، إلى كونه في هذه الأيام باردا جافا، مما يجعل المريخ أبرد من أن تقوم فيه حياة، على الأقل إلى فترة طويلة مقبلة.

٢- التعرف على سماء المريخ

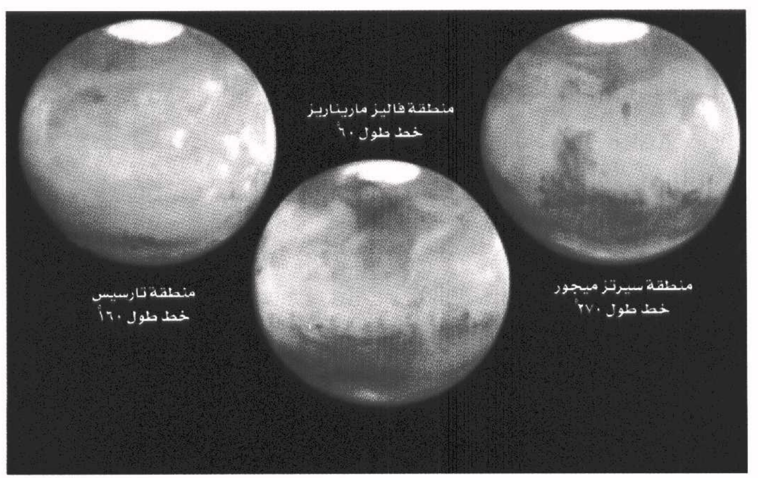
تعتبر السحب المريخية ظاهرة مؤقتة، يرصد منها العديد من الأنواع. وترتبط السحب الفصلية بالتسخين والتبريد، مما يسبب التصاعد والتكاثف. أما السحب المنفصلة المتقطعة عادة ما تقترن بمناطق معينة، ويتركز معظمها في نصف الكرة الشمالي من المريخ خلال فصلي الربيع والصيف. وتعرف بعض السحب المتقطعة باسم السحب الجبالية. فإذا كان لدينا فرصة استخدام تلسكوب متوسط الحجم (يتراوح قطر شيئيته بين ٢٠ و٧٠ بوصة) أو حتى تلسكوب أصغر من ذلك، يمكن أن نرصد سحابة سيرتيز الزرقاء في سماء

المريخ شكل (٤). وهي سحابة مشهورة محددة، مقترنة بالحوض المعروف باسم "ليبيا" والمنطقة المعروفة باسم سيرتيز ميجور شكل (٥). وقد رصدها لأول مرة عام ١٨٥٨ الفلكي الإيطالي أنجلو شيسي (١٨١٨-١٨٧٨) Anglo Secchi. وهذه السحابة تحيل لون منطقة سيرتيز ميجور إلى اللون الأزرق دون مرشح. لذلك فإن استخدام مرشح أصفر سوف يحيل لون منطقة سيرتيز ميجور إلى اللون الأخضر عندما تغطيها هذه السحابة.

والتحرك بعيدا عن خط الزوال المركزي للمريخ، يتيح رصد السحب الصباحية والمسائية التي تعتبر بقعا لامعة معزولة من ضباب سطحي، ترى عند



شكل (٤) سماء المريخ في مناظر مختلفة



شكل (٥) - ثلاث صور للمريخ التقطها تلسكوب هابل الفضائي في ٢٥ فبراير ١٩٩٥ والمريخ على بعد ١٠٣ مليون كم لمناطق ثارثس (شمالا) وفاليز ماريناريز (الوسط) ومنطقة سيرتز ميجور (يمينا). ولأنه الربيع في نصف الكرة المريخية الشمالية، فإن أكثر ما تجمد حول طاقية الماء الثلجية هو ثاني أكسيد الكربون. ووضوح السحب البيضاء في الصورة يدل على أن الكوكب كان أبرد مما كان عليه في صور سفن الفضاء عام ,١٩٧٥ وتظهر سحب الصباح على الحافة الشمالية القريبة للكوكب.

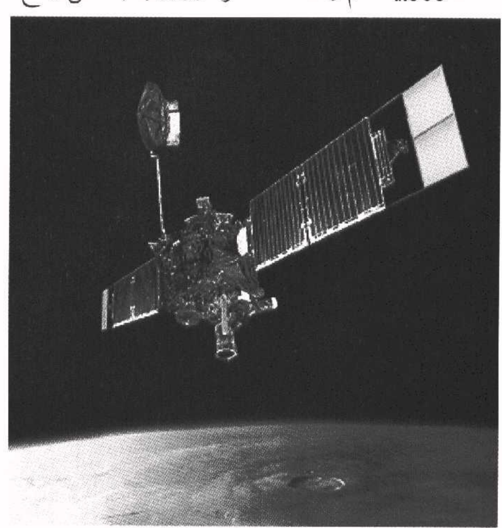
شروق الشمس أو عند غروبها (الحافة الغربية للمريخ). ويرى الجليد الأرضي شبيها بالضباب. ويكمن الفرق بين الضباب والجليد، في أن الجليد قد يذوب في مدى ساعة، وتكون سحب المساء أكبر في الحجم وأكثر في العدد. واستخدام مرشح أزرق أو بنفسجي يميز بين السحاب والجليد.

وإذا استعرضنا أخيرا العواصف الترابية التي تربط، بل تمزج بين أرض المريخ وسمائه، وتبدو براقة من خلال مرشح أصفر، فإن هذه العواصف تعتبر ذات أهمية، حينما تنشأ عن مناطق صحراوية معينة على سطح المريخ، وغالبا ما تغطيه حتى ارتفاعات قد تبلغ أكثر من ٣٠ كم، وهو ما يعتبر عقبة كئود أمام عمليات الرصد الهامة التي تقترن بظواهر ملحوظة، مثل الاقتران Conjunction

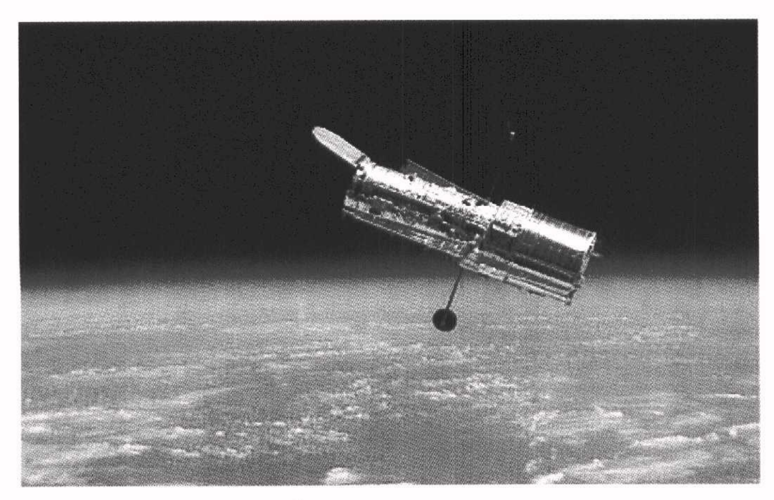
أو المقــابلة Oppositionأو الاقـتـراب من الأرض Approach، أو وقـوعـه في نقطتي الحضيض أو الأوج في مداره حول الشمس، كما يحدث كل عامين أرضيين تقريبا.

وتبلغ العواصف الترابية ذروتها في أوقات الصيف. ولم تكن العواصف الترابية معروفة حتى عام ١٩٥٦، ومنذئذ تم رصد ستة منها، وكان منها عاصفة عام ٢٠٠١، ثم تلك العاصفة التي غلفت المريخ في أواخر يناير عام ٢٠٠٢ فأثارت زوبعة ترابية غاية في الضخامة، لدرجة أذهلت الفلكيين وأفزعتهم، حتى أنهم وصفوها بـ" الزوبعة الكاملة ".

وبفضل سفينة المسح الشامل للمريخ Mars Global Survayorشكل (٦) التابعة لوكالة ناسا وتلسكوب هابل الفضائي شكل (٧)، التابع لوكالتي ناسا الأمريكية وإيسا الأوروبية، تم رصد الظاهرة ورؤيتها بشكل رائع.



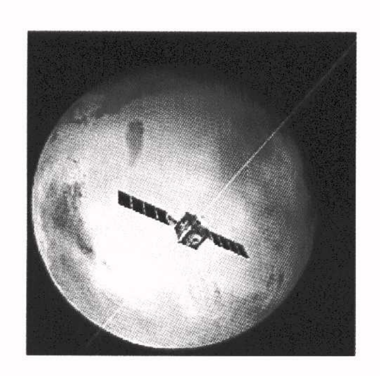
شكل (٦) سفينة الفضاء مارس جلوبال سيرفيور



شكل(٧) تلسكوب هابل الفضائي، يدور حول الأرض ويعمل ٢٤ ساعة

لقد أثارت هذه العاصفة النادرة سحابة كبيرة بدرجة غمرت الكوكب كله محدثة تأثيرا دراميا. وقامت الشمس بتسخين الجسيمات الترابية الهوائية فزادت درجات حرارة طبقات جو المريخ العليا إلى حوالي٢٧ درجة مئوية، إلا أن هذه الدرجة قد انخفضت بعد ذلك بسبب الساتر الترابي الثابت الذي يغلف جو المريخ. واستطاعت سفينة المسح الشامل رصد هذه العاصفة طوال مدة حدوثها، مما ساعد على دراسة تأثيراتها اليومية على الكوكب، وأدى ذلك بالتالي إلى فهم أعمق لمناخ كوكب المريخ، حيث رصدت الكوكب في لقطة واحدة، مبينة كل المدى الترابي النشط من شروق الشمس حتى غروبها، بينما لم يرصدها منظار هابل الفضائي بصورة مستمرة.

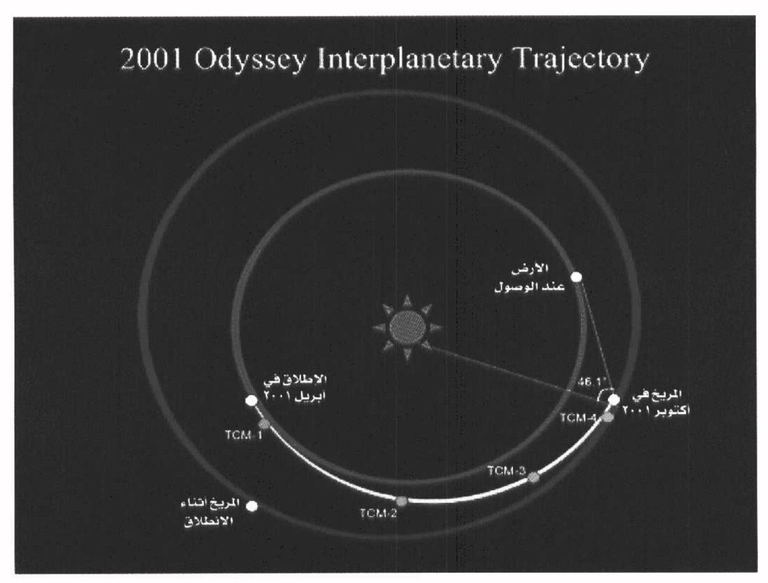
واستطاع العلماء عن طريق كاميرا مدارية خاصة بالتصوير المستمر



شكل ٨) - سفينة مارس إكسبرس التي دارت حول الكوكب الأحمر لمدة عام وسجلت وجود الثلج المائي على الأقطاب مختلطا بأول أكسيد الكربون وبعض الأوساخ وبها جهاز مارسيس (Marsis) (Mars Ad-vance Radar for Subsurface and Ionospheric Sussoundings)الذي صمم للبحث عن الخامات الثلجية تحت السطحية.

للمريخ تحديد مواقع الأتربة التي ترتفع وتتصاعد في جوه. ورصدوا تفاعلاتها مع ظواهر المناخ وطوبوغرافيا سطح الكوكب الترابي المجدب.

ويقول مايك مالن Mike Malinكبير الباحثين على الكاميرا المدارية " وما تعلمناه هو أن هذه ليست العاصفة الوحيدة المستمرة، بل هناك سلسلة من العواصف المنتشرة عبر الكوكب" . وفي حوض هيللاس Hellasشكل (١٤) بدأت هذه العاصفة شبه منفصلة عبر آلاف الكيلومترات على الكوكب. وتم حساب كمية التراب ومواقعها في جو المريخ، من قياس تغيرات الحرارة على مدى ٤ أشهر، هو عمر هذه العاصفة، التي رصدها أيضا فريق العمل على سفينة الفضاء مارس أوديسي Mars Odysseyشكل (١٠) التي انطلقت من الأرض في ابريل ٢٠٠١ لتلتقي بالمريخ في اكتوبر٢٠٠١ شكل (٩).إن فهم العواصف الرملية الشاملة على سطح المريخ وفي جوه أمر حيوي، وهدف هام من أهداف استكشاف المريخ، حيث تمدنا بأدلة قوية على تغير مناخ المريخ، كما تمدنا بسجلات واضحة عن التراكمات الترابية على سطحه.

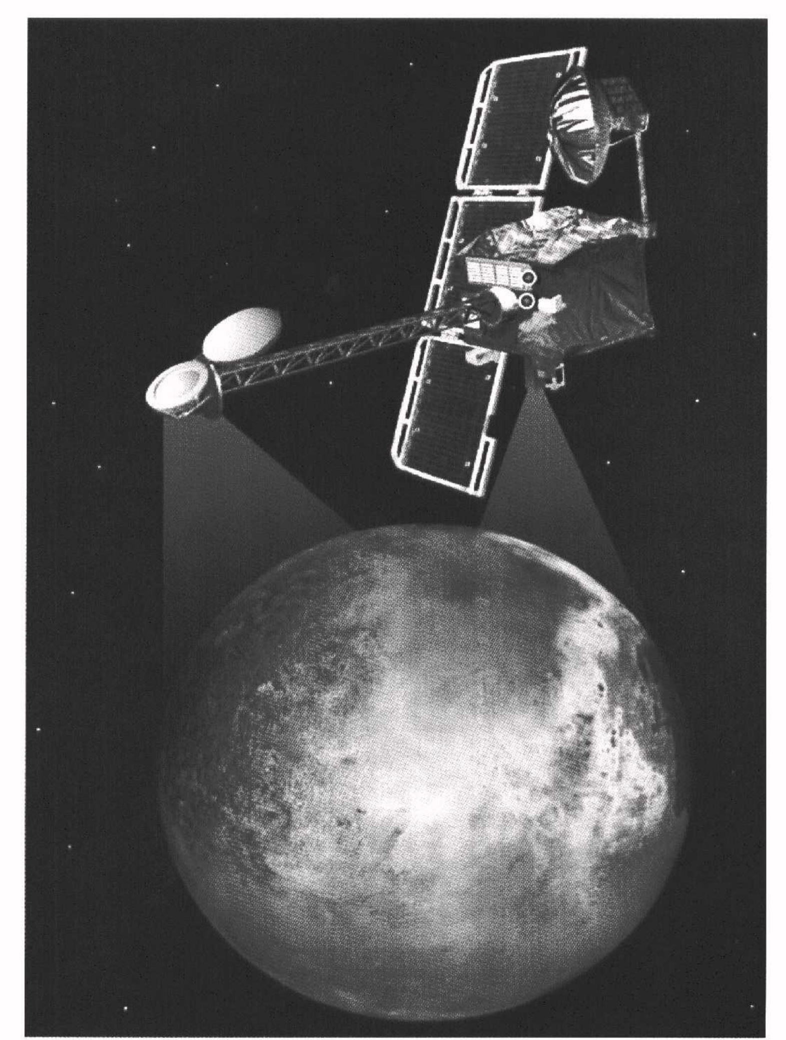


شكل(٩)- مسار سفينة الفضاء مارس أوديسي من الأرض إلى المريخ ومدارها حوله

وتعتبر معرفة المنطقة التي تبحث عنها هي المفتاح الرئيسي لمعرفة الملامح المرجعية. فالمريخ يدور حول نفسه مرة كل ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة و٢٤ ثانية، لذلك يتأخر اليوم على المريخ ٣٧ دقيقة و٢٤ ثانية قليلا عن يوم الأرض. وترى بعض الملامح أبعد قليلا تجاه الشرق، لأن الملامح نفسها ترى في الليلة التالية بعد ٣٧ دقيقة و٢٤ ثانية من زمن رؤيتها في الليلة السابقة.

٣- حركة الغلاف الجوي للمريخ

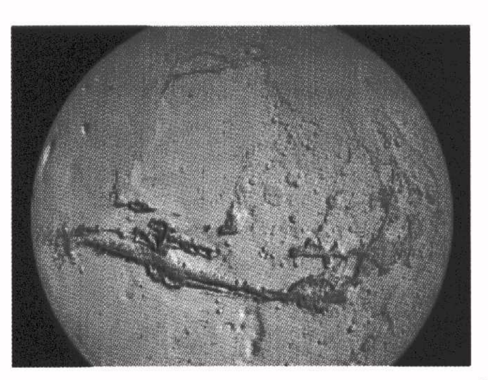
يساعد انصهار الأغطية القطبية على تحريك ودفع غلاف المريخ الجوي بشدة. ورغم ذلك تظل كثافة هذا الغلاف ١ ٪ من كثافة جو الأرض. ويتكون



شكل (١٠) سفينة الفضاء مارس أوديسي التي أطلقت في ٧ إبريل ٢٠٠١ ووصلت إلى مدارها حوله في ٢٤ أكتوبر ٢٠٠١ في تمام الساعة ٢ والدقيقة ٣٠ بالتوقيت العالمي بهدف فهم أفضل لجو المريخ، ولكنها عملت كهمزة وصل بين مسباري سبيرت وأبورشيونتي والمتابعة الأرضية عام ٢٠٠٤ .

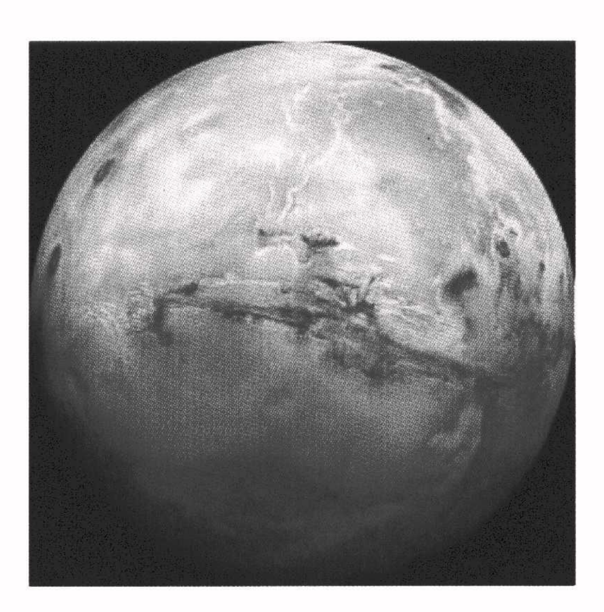
غلاف المريخ الجوي من تشكيلات مختلفة من الضباب والسحب والأدخنة والثلوج التي يمكن رصدها بالتلسكوبات الأرضية.

وربما تكون السحب الجبالية Orographic هي أكثر ما يحير الراصدين، نظرا لأنها تتكون حينما تنخفض درجة حرارة الهواء الرطب الذي يرتفع فوق أعالي الجبال. وتبدو هذه السحب بيضاء لأنها تتكون من بللورات الماء الثلجي في الربيع والصيف. وترى غالبا حول البراكين الضخمة ومنزلقاتها العالية،



شكل (١١) نظم أخاديد فاليز مارينرز التي تمتد حوالي ٣٠٠٠ كم وبعمق قد يصل إلى ٨ كم، بدءا من منطقة ناكتيس لابورنثاس Nactis Labyrinthus في الغرب حتى السهل المقلقل في الشرق، الذي تبدأ منه ما يشبه روافد نهر قديم، وكذلك بدءا من الأخاديد الوسطى الشمالية إلى الشمال.

والموجودة في أخدود ثارثيس فاليز Tharsis Ridge الزوج الثالث Valles 3rd pair شكل (١١) وجبال أولمبس Olympus Mons شكل (١٣) وجبال أسكرايوس Ascraeus وجبال بافونيس Pavonis وجبال آرسيا Arsia. ولقد تم رصد مثل هذه السحب أثناء اقتراب عام ١٩٨٤ في صيف النصف الشمالي للمريخ، بعد أن بدأ غطاؤه القطبي في الذوبان السريع. تم رصد ذلك مرة ثانية



شكل (١٢) صورة أخدود فاليز ماريناريز

عـام ١٩٨٦ بعـد الذوبـان السـريع لـلغطاء القطبي الجنوبي، وذلك باسـتـخـدام مرشحات زرقاء وأخرى بنفسجية. لا أحد يعرف متى تهب العـواصف الترابية أو كيف تكون شـدتهـا. وهي الظاهرة التي تعتبر أكثر تأثيرا. ولكن أسوأ هذه العواصف هي التي تغلف الكوكب كله تحت ستار من التراب الأصفر. ولحسن الحظ عـادة مـا تهب العاصفة الترابية بعد وصول المريخ إلى الحضيض بقليل. ولذلك تبدو الإحتمالات أفضل أن يظل الكوكب نقيا أمام عمليات الرصد. وهناك عـلامة أخـرى لاقتـراب العـواصف الترابيـة، وهي زيادة لمعـان بعض الملامح السطحيـة الداكنة. وعـادة مـا تحـدث عـواصف ترابيـة على حـوض



شكل (١٣) موقع جبال أولمبوس على سطح المريخ



شكل (١٤) - الحافة الشمالية لحوض هيلاس، التقطتها كاميرا ذات قوة تفريق عالية على ظهر سفينة الفضاء مارس اكسبرس.

هيللاس Hellasشكل (١٤) ومنطقة سيربنتس Serpintisشمال غرب هيللاس ومنطقة سوليس لاكوس Solis Lacosوهي مناطق حدث فيها العديد من العواصف سابقا.

ولتسجيل الملامح المتغيرة على سطح المريخ - السحب والتكوينات الداكنة الثلجية والعواصف الترابية البدائية وما شابه ذلك- لابد من معرفة وتحديد الملامح الثابتة التي لا تتغير، أو التي تتغير ببطيء شديد. ويمكن استخدام هذه الملامح المستقرة كمرشد جيد لتحديد موقع الملامح المتغيرة التي أشرنا إليها سابقا.

وغلاف المريخ الجوي رقيق، حوالي جزء من مائة وثلاثة وأربعين جزءا من غلاف الأرض الجوي تقريبا، ويتكون أساسا من ثاني أكسيد الكربون. والجو هادئ نسبيا معظم فترات السنة، بسرعات ريح نادرا ما تتجاوز٥ م/ ث، إلا أن العواصف الحادة التي يمكن أن تنتج رياحا تزيد سرعتها عن ٥٠ م / ث تتكاثر خلال الصيف الجنوبي.

٤- العواصف الترابية الصفراء

تدل أرصاد المريخ على أن العواصف الترابية الصفراء تحدث حول وقت الإنقلاب الصيفي الجنوبي. وخلال الاقتراب الحضيضي لعام ١٩٧١ رصد لأول مرة عاصفة ترابية في منطقة سربنتس نوكيس Serpintis Noactisانتشرت بسرعة شديدة، أدت إلى حجب سطح الكوكب. وفي ١٢ أكتوبرعام ١٩٧٣، حينما اقترب الكوكب من الحضيض ظهرت بعد ذلك سحابة ترابية صفراء على منطقة سوليس لاكوس، تطورت بسرعة وغلفت المريخ بالتراب

تماما(وكان على السفينة مارينر ٩ شكل (٣٩) التي أطلقت في ٣٠/ ٥/ ١٩٧١ لتتخذ مدارا حول المريخ في ١٥/ ١١/ ١٩٧١ - الإنتظار دائرة في مدارها حول المريخ ثلاثة أشهر، حتى تنقشع العاصفة قبل أن تبدأ في رصد للمريخ مرة أخرى). وحينما تصل عاصفة ترابية كبيرة من عواصف المريخ أَوَجَهَا يبدو قرص المريخ برتقاليا لامعا، وتحتجب معالمه تماما.

٥- السحب والغمائم

ويبدو غمام حافة المريخ لامعا لعدة ثوان. ويظهر هذا اللمعان عند الحافة لأن الراصد لهذه المنطقة يمر خلال مسار ضوئي طويل في غلاف المريخ الجوي، الذي ربما يحتوي على بللورات ثاني أكسيد الكربون والأتربة الدقيقة وسحب طحافية (رقيقة جدا)Cirrus، وبالتالي يعتبر غمام الحافة طريقة حساسة جدا لرصد نشاط الطقس غير العادي، أو الظواهر القطبية من خلال موقع الغمام ولونه وكثافته.

وتسبب ارتجافات البرد الليلية تكوين الضباب والجليد، التي غالبا ما تسمى باللطَخ Patches، وتدور مع الكوكب، وتطمس مع ضوء الشمس في الصباح. وعادة ما تختفي مع حلول الظهر في كل موقع.

ويمكن الاستدلال عليها منْ السحب المرتفعة عن طريق اختبارها بمرشحات صفراء أو خضراء أو زرقاء. وتبدو السحب المرتفعة ألمع بالمرشح الأزرق، بينما تبدو السحب المنخفضة ألمع مع المرشح الأزرق أو الأصفر، بينما تبدو الضبابات منخفضة الإرتفاع ألمع بمرشح أزرق مخضوضر. ويبدو الجليد السطحي ألمع في المرشحات الخضراء أو الصفراء. ويصعب رؤيته مع المرشح الأزرق.

ويساعد سلوك البقع اللامعة وموقعها كذلك على تمييز كنهها. وعادة ما يتكون الضباب في الوديان حيث الإنخفاضات السطحية والأحواض والميول الشديدة. وعادة ما يرى الجليد في الصحاري والجبال والهضاب وأرضيات الفوهات الكبيرة. وتعتبر معرفة خصائص المواقع والأحداث الفصلية ضروريا جدا في دراسة نماذج جو المريخ. وعادة ما يظهر المريخ قرصا لامعا بلا ملامح في الضوء البنفسجي، لأن جو المريخ يشتت الموجات القصيرة. وحينما يحدث الوضوح الذي يسببه اللون البنفسجي يمكن رؤية الملامح السطحية المظلمة الكبيرة خلال الغلاف الجوي بمرشح بنفسجي من طراز راتن Wratten 47.

وتكثر تشكيلات السحب في جو المريخ، مثلما يحدث في جو الأرض. وتتشابه أنواع السحب المرئية منها. إلا أن كل السحب على الأرض مكونة من الماء والماء الثلجي. وكما اتضح من قبل، فإن السحب التي تكون الأغطية القطبية العليا مكونة من ثاني أكسيد الكربون، أما السحب التي ترى على منحدرات البراكين(مثل ضباب الصباح في الوديان المنخفضة) وفي جبهات العواصف (مثل تلك العواصف الدورانية الدوامية) فهي مصنوعة من الماء الثلجي، كما رصدته أجهزة تسجيل الأشعة تحت الحمراء، وكما سجلته أجهزة تسجيل الماء الجوي المريخي على السفينة المدارية حوله. هذه الدوامات والعواصف الجباهية Frontalالأخرى سجلتها مؤشرات الضغط الجوي على سطح الكوكب والموجودة على ظهر السفينة الهابطة.

وعادة ما يبلغ اتساع المساحة التي تغطيها العاصفة ٢٥٠ كم وقد تصل إلى٦٠٠ كم، أما ارتفاعها فقد يبلغ ٦ أو٧ كيلومترات فوق سطح الكوكب. أما الحدث المتميز على المريخ فهو هبوب عواصف التراب الشاملة، التي يعتقد في حدوثها كل عام مريخي تقريبا، وتبدأ في نصف الكرة الجنوبي خلال فصل

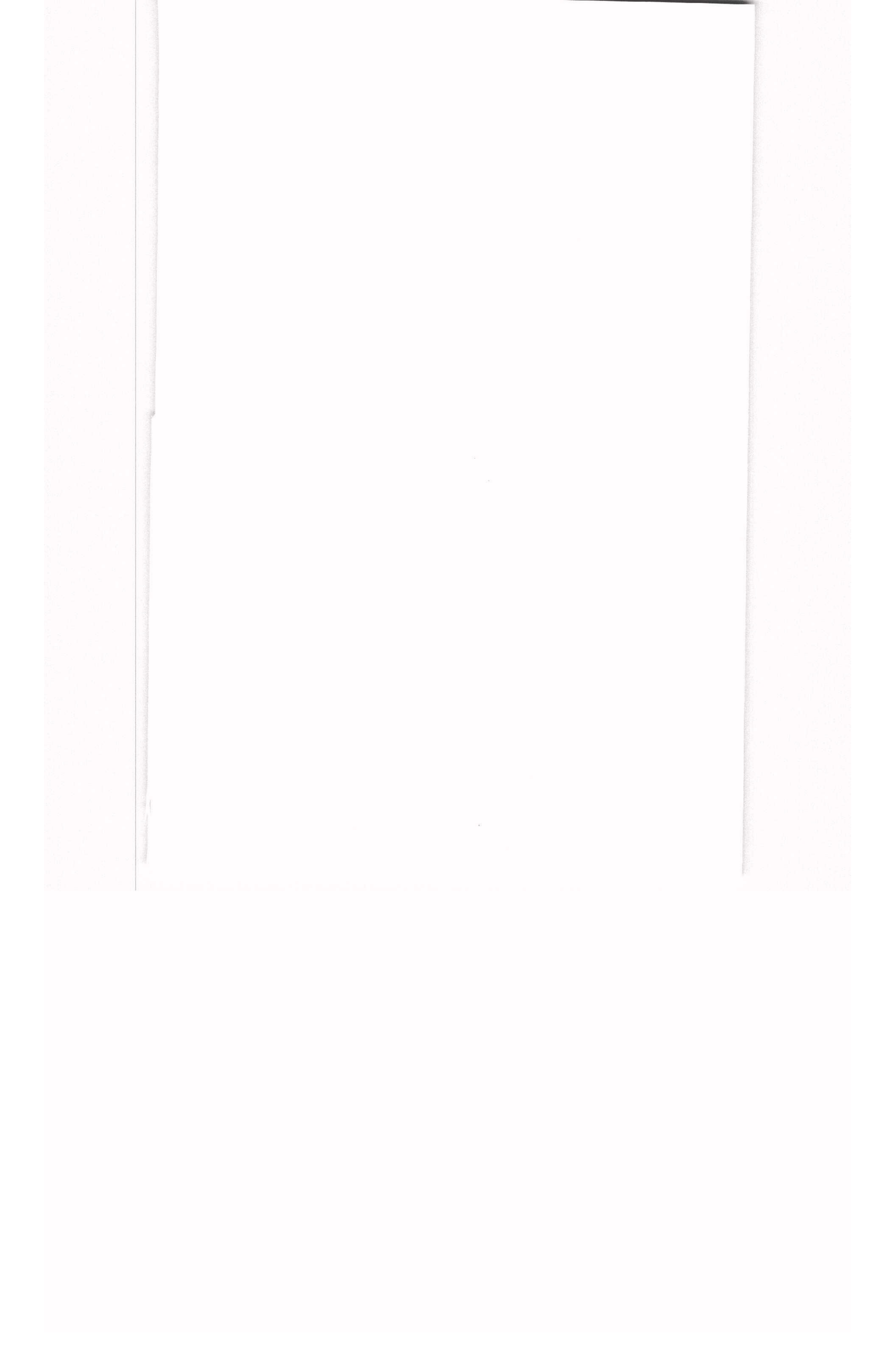
الصيف. ويشاهد العديد من العواصف المحلية الصغيرة خلال الربيع الجنوبي، مثل تلك التي ترى في مناطق تثور فيها الرياح العالية أصلا، كما في منطقة آرجوري Argyre التي تشمل حوضا صدميا قطره ١٠٠٠ كم، قريبا من المنطقة القطبية الجنوبية، والذي مازالت أرضيته مغطاة بالجليد،



شكل (١٥) - أخاديد مختلفة على سطح المريخ

بينما الرياح القطبية العالية تنثر التراب في الغلاف الجوي للنصف الآخر. وكلما دخل تراب أكثر وأكثر إلى الغلاف الجوي، كلما زادت حرارته أسرع وأسرع خلال النهار، بما يسبب زيادة فروق درجات الحرارة بين الليل والنهار في الغلاف الجوي. وتثير مثل هذه الفروق رياحا كبيرة تلتقط ترابا أكثر، حتى تتغذى العواصف على ذاتها، وتنتشر بسرعة على الكوكب. وكان يعتقد قبل فايكنج أن كل فصل في العواصف الترابية أشد من الآخر، إلا أن العاصفة المريخية الأخيرة كانت ضارية، وتميزت السنة التالية لوصول فايكنج مباشرة بعاصفتين كبيرتين على نطاق شامل لأرجاء الكوكب. وهنا انغمس نصف الكرة الجنوبي بالكامل في عاصفة شمالية شاملة. ويعتقد أن العاصفة الشاملة توقف نفسها حينما يكون في الجو الكثير من التراب الذي يمنع وصول ضوء الشمس فترتفع درجة الحرارة عند مساقط السطح، وتسكن الريح كذلك، ولا يعود الجو لصفائه ثانية قبل ثلاثة أشهر. وفي عام ١٩٨٨ كان هناك تكوينات من سحب بيضاء، ترى كما لو كانت مقامة فوق سهول المريخ. ويساعد الإحساس بهذا الإنطباع وجود غمامات زرقاء في غلافه الجوي شكل (٤).

الباب الثالث
بعض التضاريس المتميزة على المريخ

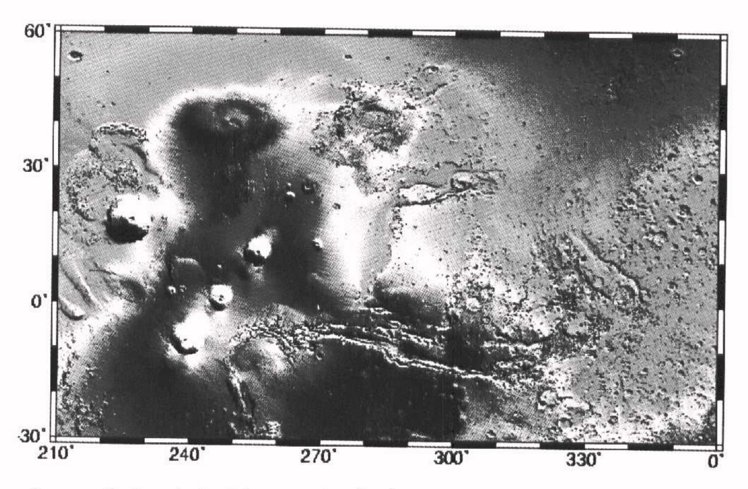


بعض التضاريس المتميزة على المريخ

١- البراكين

يوجد على المريخ براكين ضخمة في منطقة ثارسيس شكل (٥ و١٦) ومنطقة جبال أولمبس شكل (١٣) بارتفاع يصل إلى ٢٧ كم وهي محاطة بجروف دائرية تمتد ٥٠٠ كم. وتبين الصور القريبة منها انسيابات الحمم المتدحرجة على الجروف والممتدة بعيدا خلفها، بحيث يبلغ اتساع البركان ٧٠٠ كم. وللمقارنة فإن عرض أكبر بركان على سطح الأرض ١٢٠ كم من جهة القاعدة المحيطة بالقاع. وأوجه الشبه بين براكين المريخ الكبيرة وبين براكين هاواي أن لها قمم فوهات كبيرة، وانسيابات طويلة رقيقة، وقنوات وأنابيب حممية. والشبه كبير جدا بالتركيبات البازلتية للحمم. والعديد من جبال أولمبس خالية من الفوهات الصدمية مما يدل على حداثتها الزمنية. وربما لا يزال البركان نشيطا، رغم أن الفاصل الزمني بين ثوراته المتوالية طويل. أما الحجم الكبير فيدل على أن نشاط البركان ظل على الأقل لبلايين السنين.

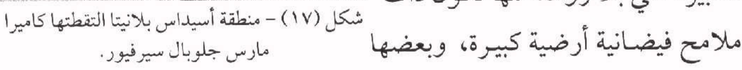
ويوجد في بعض السهول البركانية العديد من المخاريط البركانية الصغيرة، كما في منطقة آسيدس Isidisشكل (١٧) التي تزخر بالعديد من الروابي ذات الحفر المدببة، والعديد منها مصطف في خطوط. ويصل عرض معظمها إلى ٥٠٠ م. وهي تشبه المخروطات والإستحكامات الأرضية المنثورة، والتي تتراكم من المقذوفات والحمم البركانية.



شكل (١٦) – صورة حديثة ملونة لمنطقة ثارسيس (أول أغسطس ٢٠٠٥) إلى اليسار مرتفع ثارسيس وإلى اليمين منطقة كروزChryse

وربما يعكس انتظام هذه الفتحات وجود فوالق سطحية أسفل المواد البركانية. وليس معروفا حتى الآن سبب تغطية بعض السهول بهذه المخروطات المتناثرة. كما يحتوي البعض الآخر على انسيابات حممية ضخمة، لكنها ربما تكون ذات علاقة بالمعدل الذي تفجرت به هذه الحمم، والمعدلات الإنفجارية الكبيرة التي تسبب المخروطات. وهناك إمكانية أخرى هي أن الحمم التي كونت المخروطات كانت أكثر لزوجة من الحمم التي كونت الإنسيابات. وهناك سهول حممية شاسعة في عدة مناطق أخرى من الكوكب تشبه تلك التي في بحور القمر. وقد يبلغ طول بعض الإنسيابات الحممية المفردة مئات الكيلومترات وتغطي آلاف الكيلومترات المربعة على السطح. وتوجد أخاديد متوازية على وجه هذه الإنسيابات التي تكونت حينما تحركت الأجزاء الأعلى

والأبرد طوليا وتجعدت وتحددت الحافة بجرف قد يصل ارتفاعه ٣٠ مترا. ويتراكم تراب لامع عند قاعدته، ربما يكون نتيجة رياح عاصفة ترابية.



شكل (١٧) - منطقة أسيداس بلانيتا التقطتها كاميرا مارس جلوبال سيرفيور.

ويعتقد أن تكون الصدوع نتيجة بعض التشوهات التي سببها ثقل الإنتفاخ Bulgeالكبير في قشرة المريخ المتمركزة على منطقة ثارسيس. أما القنوات الكبيرة فتشكل ملامح محيرة على سطح المريخ. فالأحجام الكبيرة التي بلا روافد منها تكون ذات ملامح فيضانية أرضية كبيرة، وبعضها يمثل هذا الحجم الضخم الذي يفوق حوض الأمازون عشرة آلاف مرة. وتعتبر منطقة كازي فاليس Kasei Vallisالتي يبلغ عرضها ٣٠٠ كم نموذجا مطابقا لهذه المواصفات.

وهناك بدايات لبعض القنوات بالقرب من البراكين. وهناك قناة كبيرة تبدأ قرب البركان الكبير المعروف باسم إلوسيوم مونز Elysium Monsشكل (١٨) ثم ينحني بعيدا تجاه الشمال الشرقي لعدة مئات من الكيلومترات. وفي هذه الحالة يتحدد الإنسياب في قنوات واضحة على غير ما كان الإنسياب في البقعة الكبيرة التي كونت كازي فاليس. ومن الواضح أن السيل تكرر انسيابه فغمر الشواطىء، وتكون رصيفا معقدا من القنوات المتشابكة.

ومازال هناك جدل حول أصل هذه الفوهات. ولأنها بدأت قريبا جدا من البراكين، فقد تكون قنوات حممية Lava Channelsمع أن هذه القنوات الحممية غير معروفة على الأرض. أو تكون القنوات بدلا من ذلك قد قطعتها مياه اندفاع ذوبان جليد السطح خلال انفجارات البركان.

وربما يكون التآكل البطيء هو الذي كون هذه القنوات بعملية شبيهة بتطور وديان أنهار الكرة الأرضية. وهذا النوع من القنوات يتميز بنظام روافد متطور جدا، وشائع في الصخور الأقدم عمرا. وتعتبر منطقة نرجال فاليز Nirgal Vallisشكل (١٩) من أكبر وديان هذا النوع، حيث يبلغ طوله ٥٠٠ كم. وشبكة الروافد مفتوحة جدا، والفروع المنفردة محفورة بعمق مع حوائط مائلة، ومساحات متصلة بين الفروع. وهذه الخصائص تنم على أن القناة تكونت بمياه أرضية متدفقة، أكثر من أن يكون ذلك نتيجة لسريان هادئ على السطح. ويمكن أن يكون ذلك قد نتج عن ثلوج على أرضية الكوكب، أو من ماء تحت طبقة دائمة التجمد Permafrost، وفي كلا الحالتين تتحقق حالة من الظروف المناخية الحرارية أكثر مما هو قائم حاليا.

وهناك بالقرب من خط إستواء المريخ بين خطي طول ٤٠ و١٠٠ غربا منظومة من الأخاديد المتشابكة المعروفة باسم فاليز مارينرز Vallis Marinaris شكل (١١ و١٢)، تقترب حافتها الغربية من قمة ارتفاع في قشرة المريخ يسمى انتفاخ ثارسيس Tharsis Bulgeالذي يرتفع ٧ كم فوق السهل المحيط على الجانب الشمالي الغربي لهذا الإنتفاخ، الذي تقع عنده كل البراكين الكبيرة. وتمتد الأخاديد حوالي ٤٥٠٠ كم أسفل الجانب الشرقي لهذا الانتفاخ. ويبلغ

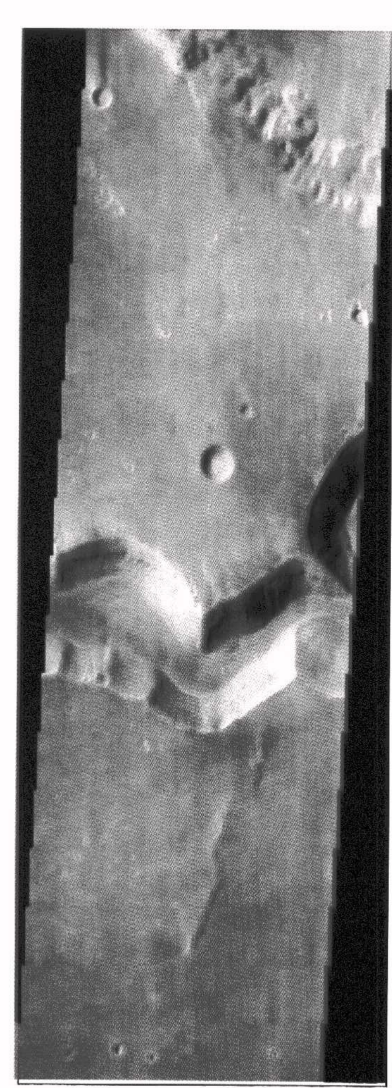


شكل (١٨) منطقة إلوسيوم مونز

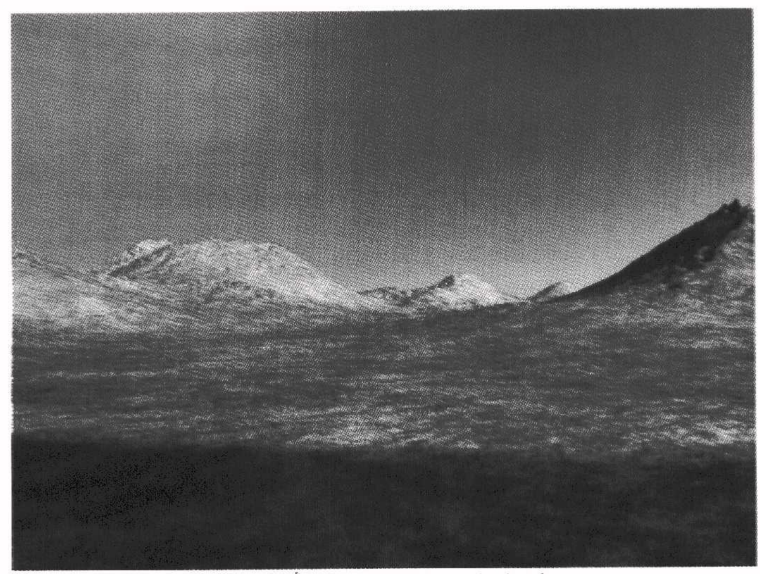
عرض الأخاديد المفردة ٢٠٠ كم. وفي القسم الأوسط يوجد ثلاثة أخاديد متوازية عرضها حوالي ٦٠٠ كم وعمقها ٧ كيلومترات. وتخترق أخاديد أخرى غير محددة جهة الشرق، تمرق بدورها مع العديد من قنوات الفيض الكبيرة. والطريقة المحددة التي تتكون منها الأخاديد غير معروفة حتى الآن. ويعتقد أنها مزيج من صدوع وتآكلات شكل (١٥). وفي أحد الأخاديد يرتفع الحائط ٣ كيلومترات. وتكونت أحد الطبقات الأفقية الخافتة في الصخور عند قمة الحائط، ربما من انسياب الحمم. وتحت الجروف العليا الصخرية يوجد ميول انحدارية تصل أسفل إلى أخدود أرضي مستو. أما التضاريس مروحية الشكل على أرضية الكوكب فهي تكون حافة المنحدر الكبير.

وتبدأ كثرة من الملامح الفيضانية الكبيرة بما يسمى بالسهل العشوائي. وفي هذه المناطق تبدو الأرضية منهارة لتكون صفا مضطربا من كتل مخلخلة على مستوى منخفض عن السهل المحيط. وتمرق القنوات بكامل مستواها من هذه المنطقة كما لو كانت المياه قد خرجت من الباطن، ثم اندفعت الأرض بعد ذلك.

وتختلف الفوهات الصدمية على المريخ عن تلك التي تشبهها على أي كوكب آخر، في أنها ذات نمط قذفي، بما ينم عن انسيابات مائعة. وتبدو المادة المقذوفة من الفوهات شبيهة بالمكونات الوحلية التي استمر فيضانها للخارج بعد اصطدامها بالأرضية السطحية. وترى حول الفوهة عدة طبقات، لكل منها عدة حواف خارجية. ويعتقد أن يكون هذا السلوك الفريد قد نشأ عن كميات كبيرة من الماء أثناء القذف. وحينما



شكل (١٩) - منطقة نرجال فاليز



شكل (٢٠)- منظر طبيعي لجزء من أرضية المريخ

تكونت الفوهة ربما يكون الماء قد نفذ من طبقة الجليد العلوي الأزلي، ثم احتجز المواد الغنية بالماء أسفله بعد ذلك.

يرى في خطوط العرض الشمالية العليا سهول ذات جيوب بها فوهات. أما البقاع الخالية من الفوهات فهي مظلمة، في حين تكون المواقع حولها مضيئة، مما يعطيها مظهرا ناصعا. وتحاط الفوهات بحلقات داخلية ناشئة عن انسياب خالي من قذف خارجي. وربما تكون عمليات الإنسياب عند خطوط العرض هذه قد أوقفت عن طريق تكوين جليد أولي أكثر سمكا. ولقد استطالت التعاريج على المستويات الأرضية في اتجاه مواز لاتجاه الريح. ولعل أحد أهم الأمور التي لم تفهم جيدا في تكوين التعاريج على سطح المريخ هي

أصل الجسيمات التي بحجم حبة الرمل، ومعظم المواد التي وجدت في موقع هبـوط السـفـينة فـايكنـج شكل (٢٢) والتي هبطت الأولى منهـا في يوليـة ١٩٧٦ وهبطت الثانية في سبتمبر من نفس العام، (وكانت مهمتهما البحث عن وجود أي شكل من أشكال الحياة) وكذلك المواد التي هبت حول الكوكب في أثناء العواصف الشاملة الترابية، والتي تعتبر حبيبات دقيقة وليست تعاريجا. وتتطلب آلية تكوين التعاريج أن تستقر الحبيبات على الأرضية السطحية، وهذا ما لا يستطيعه التراب. وكان هناك اقتراح بأن الجسيمات تلتصق ببعضها إلكتروستاتيكيا، أو تتلاحم معا في الثلج لتكون حبيبات في حجم حبيبات الرمل، والتي تتطلبها هذه التعاريج.

لقد عدلت الرياح الشديدة سطح المريخ بعنف عن طريق عمليتي التآكل والترسيب المتزامنتين. وعلى مستويات أكبر، لا تكون تأثيرات الرياح واضحة. أما العمليات الأخرى، مثل التبركن Volcanism والتصدع ونحر المياه للجروف والحدود فتكون واضحة. وعلى مقاييس أقل يصبح تكوين المستويات الأرضية Eolian أكثر شيوعا.

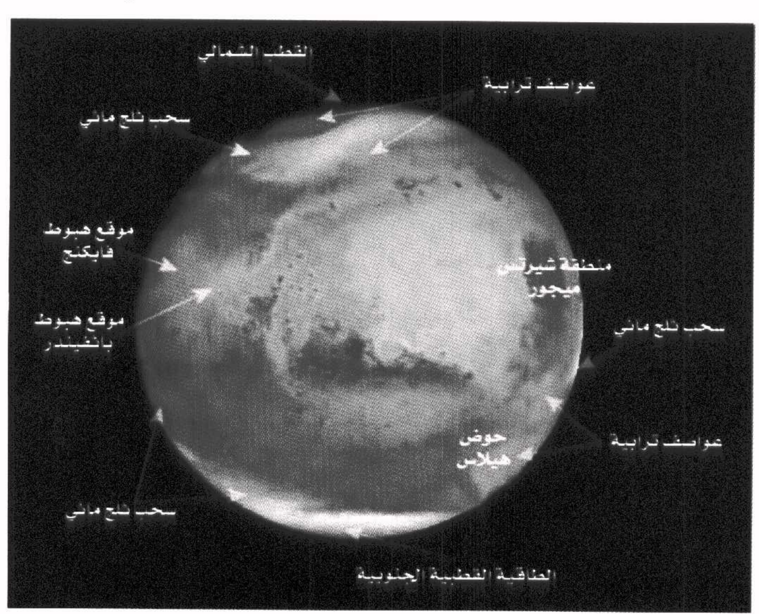
والملامح التي سببتها الرياح شائعة، خصوصا حول حافة جبال أولمبس، قد تكون نتيجة اضطرابات طوبوغرافية كبيرة ناتج عن دوران للكوكب عامة. وهناك تضاريس جنوب غرب جبال أولمبس في منطقة قد نقرت، ربما بفعل الريح لتكون بعض التجاويف Hollows المتميزة.

ويمكن أن يرى على سطح المريخ موقع هضبة قديمة تكونت وانفصلت بشدة نتيجة عمليات غير معروفة. وقد تراكمت الثنايا والتعرجات الناشئة عن

هبوب الرياح في الوديان وكونت أنماطا متناسقة من التعرجات الممتدة بطول الوديان. ولسطح الهضبة العلوي نسيج رملي خشن الملمس، ربما نتج بفعل الرياح أيضا. وربما يعود المظهر الأجرب (Scabby) لسطح طبقات المريخ الأفقية إلى النَّقَــر Etching والفوهات التي أحدثتها الرياح، حينما نُحرت الطبقات جزئيا فتركت رصيفا مرتفعا مع بعض الفوهات. وسبب هذه الطبقات غير معروف، ولكنها ذات طبيعة تراكمية. وربما يدل تكرار حدوث التراكم والنحر بواسطة الرياح في هذه المنطقة على بعض التغيرات المناخية في الماضي. وقد حققت سفن فايكنج في بعثاتها الأخيرة تغطية ذلك بصور ذات قوة تفريق عالية إلى حد ما، لبقعة واسعة من الأرض المفوهة.

وتتكون الطاقيتان القطبيتان شكل (٢١) من ثاني أكسيد الكربون كذلك، ولكنه يتزايد ويتناقص مع الفصول. ويعتقد أنه ينتقل من قطب لقطب في فصل الشتاء بين نصفي الكرة المريخية. وتتكثف كمية كبيرة جدا من الغلاف الجوي في تكوين الطاقيتين القطبيتين، بحيث قد ينقص الضغط الجوي إلى الثلث نتيجة ذلك. ويتكون الغطاء الفصلي في الغالب من ثاني أكسيد الكربون، ولكن باقي الغطاء الذي يبقى خلال الصيف قد يكون من الثلج المائي، على الأقل في الشمال. وقد سجلت كميات كبيرة من الماء على القطب الشمالي خلال الصيف، ولكنها ليست كذلك على القطب الجنوبي. ويغطي الشكل المتعرج لبقايا الغطاء الشمالي مساحة تزيد قليلا عن ١٠٠٠ كم. وغالبا ما تكون الخطوط المظلمة وديانا، أو واجهات غريبة تقابل الجروف الخالية من الجليد. وأسباب هذا النمط غير معروفة، ولكنها قد تكون نتيجة نحر الرياح، ولولبية دوران محور الكوكب من ناحية الأقطاب.

وفي شكل (٢١) تبدو جيدا بقايا الغطاء القطبي الشمالي الذي يبلغ اتساعه ٩٠ كم، ويصعب رؤيته، بسبب تأثير انتشار الجليد. أما النسق الدقيق للحزوز Striations فيرى في معظم المناطق الأكثر ظلاما. وقد تسبب في ذلك الرسوبيات الطبقية التي تقع تحت الجليد، لتكون سهولا دقيقة من أرضية مائلة مظلمة. وتقع على كلا القطبين رسوبيات متشابهة ممتدة إلى الخارج، بما يزيد عرض القطب الحقيقي ١٠ درجات على الأقل. ويعتقد في أنها خليط من التراب والثلج الذي تراكم ببطئ على مدى عدة سنوات. وقد تنتج الفروق بين الطبقات المتتالية من تعاقب تكوينها، أو ربما نتيجة تغيرات في العواصف



شكل (٢١) التضاريس السطحية المختلقة للمريخ

الترابية. وقد تؤثر مثل هذه التغيرات في كمية التراب العالقة بالغلاف الجوى، وبالتالي كمية الرواسب عند القطبين. ولذا يعتبر الترسيب الطبقي سجلا حافلا للتغيرات المناخية في التاريخ الجيولوجي الحديث للمريخ. وتعتبر الرواسب الطبيعية حديثة نسبيا، مما يدل على افتقار في الفوهات الصدمية المتراكبة إلى سطح المريخ.

ولم تر الرواسب الطبقية في القطب الشمالي أبدا بدون غطاء جليدي متقطع على باقي الطاقية. إلا أن بقايا الغطاء الجنوبي أصغر، لدرجة أن معظم الرواسب الطبيعية لا تتجمد في الصيف. ومن الصور التي التقطت يتضح أن الرواسب الطبقية الناعمة تغطي أرضا قديمة مفوهة جزئيا، وتبدو المادة الناعمة كما لو كانت قد انسابت في الفوهة، كما يجب أن يتوقع في الأسطح الغنية بالثلج.

وحيث أن المساحة السطحية المحيطة بموقعي سفينتي فايكنج الهابطتين شكل (٤١) قد صورت في نهاية عام ١٩٧٦، فقد ركزت الدراسات التالية على التغيرات في المنظر العام. ويدل التغير في المنظر بين صور أغسطس من عام ١٩٧٦ وصور سبتمبر من عام ١٩٧٨ على حدوث انزلاق محدود لطبقة ترابية غير مستقرة، ويبدو ذلك في صورة تكوين شبه دائري في اتجاه صخرة ضخمة. وتبين صور أخرى تكوينا مشابها بالقرب من منطقة بج جو Big Joe الموجودة في منطقة كروز بلانيتا على قرب شديد من كاميرات السفينتين الهابطتين. ويعتقد الآن أن طبقة التراب التي تغطي السطح، قد أعيد توزيعها بانتظام خلال فترات الرياح العاتية التي اجتاحت الكوكب.

وخلال خريف النصف الشمالي نمت الطاقية القطبية لحجم معقول، ولكن هذه العملية لم ترصد لوقوعها تحت غطاء سحابي كثيف من ثاني أكسيد الكربون المعروف باسم القلنسوة القطبية Polar Hood التي يتكثف الغطاء القطبي منها. وحينما يتقلص ثاني أكسيد الكربون ينخفض الضغط الجوي في أرجاء الكوكب. وقد استخدمت قياسات الضغط الجوي لتعيين حجم ثاني أكسيد الكربون المتقلص من الغلاف الجوي. ورغم ذلك ففي خلال شتائين شماليين ماضيين تم رصد تغطية رقيقة لماء ثلجي في موقع السفينة الهابطة الثابتة عند خط عرض ٤٣ شمالا. ويرى هذا الغطاء في صورة بطش Patches أو بقع مضيئة على الجانب المظلل للصخور، يبلغ سمكه المستنتج من الحسابات ٠,٠٠٢ سم. ولا تراه السفينة المدارية الدائرة حول الكوكب. ويعتقد أن الماء وثاني أكسيد الكربون قد تكثف على جسيمات ترابية لتكون كتلة عالية مثبتة بالأرضية السطحية، سرعان ما يتبخر ثاني أكسيد الكربون بدفء الشمس تاركا التراب والماء الثلجي على السطح حوالي ١٠٠ يوم كل عام.

٢- الطاقيتان الثلجيتان

أكثر المناطق ثباتا على المريخ هما الطاقيتان الثلجيتان شكل (٥) وشكل (٢١). وبسبب المدى الحراري الكبير فإن كل طاقية يمكن تقسيمها إلى طاقية فصلية Seasonal Cap وطاقية فضالة Residual Cap. ويبلغ قطر طاقية الفضالة الجنوبية ٣٢٠ كم. وتتكون من ثاني أكسيد الكربون المتجمد. أما طاقية الفضالة الثلجية الشمالية فتتكون من الثلج المائي. وهي أكبر حجما من الجنوبية، حيث يبلغ حجمها ١٠٠٠ كم. وتتكون الطاقيتان الثلجيتان الفصليتان

الجنوبية والشمالية من ثاني أكسيد الكربون المتجمد الذي يتكثف مباشرة من الغلاف الجوي حينما تنخفض درجة الحرارة ليصير فارق درجة الحرارة ١٢٠ درجة مئوية بين شتاء نصف الكرة الشمالي ونصف الكرة الجنوبي. وتمتد طاقية الثلج من القطب حتى خط عرض٤٥ درجة شمالا. وفي نصف الكرة الجنوبي لا تمتد الطاقية الثلجية في اتجاه خط الإستواء أكثر من خط عرض ٥٥ درجة.

٣- معلم الألبيدو المظلم

يعتبر هذا المعلم من أسهل المعالم التي يتعرف عليها الراصدون لسطح المريخ. وهو بركان مثلثي الشكل تقريباً قطره ١١٠٠ كيلومتر قريب من خط الاستواء المريخي. ويعرف أيضا باسم سيرتس ميجور Syrtis Major شكل (٢١)، تصطفّ على ذروته سلسلةٌ من الفوهات الخامدة غنية بالسليكون تسمى داسيتات. وتتميز هذه المنطقة بانعكاسات ضوئية، وتغيرات مساحية فصلية. فتنكمش مساحة منطقة سيرتس ميجور صيفا، وتزداد مساحتها شتاء. رغم أن راصدي المريخ قد لاحظوا ثبات مساحة هذه المنطقة في الفترة الأخيرة.

وينشأ هذا النمط الصخري في حجيرات الصُّهير القابعة تحت البراكين. وبينما يبرد الصَّهير، يكون معدنا الزبرجد الزيتوني والبيروكسين، الغنيّان بالحديد والمغنيسيوم، هما أول ما يتبلور. ويستقران في قاع حجيرات الصهير، تاركيْن الصّهير المتبقي غنيّا بالسيليكا والألمنيوم ـ وهي التي تبرز منها الداسيتات. وتتكون الذُّرى المركزية لكثير من الفوّهات الموجودة على جوانب سيرتس ميجر من صخور أكثر غنًى بالسيليكا، هي صخور الجرانيت، التي ربّما تشكلت إما بالانفصال الكامل للبلورات، أو بإعادة صهر البازالت القديم على مقياس واسع.

وقد خلص الباحثون إلى أن هذا البركان مرّ بمراحل تطورية عديدة. ففي البداية، انبثقت الحمم البازالتية من المركز وكوّنت البركان. ومع تكوّن الصهير كيميائيًا، بدأت بالخروج من الحجرة الواقعة تحت الذروة، مسببة انهيار الأرض، ومغذية الانبثاقات على جوانب البركان. ولا تتميز البراكين المريخية بالضخامة فحسب، ولكنها أيضًا معقدة بدرجة مذهلة.

ومن معلم الألبيدو الأخرى التي يفضلها الراصدون للمريخ منطقة كروز Chryse وإلسيوم Elysium وهيلاس Hellas وليبيا Libya وسوليز لاكوس Solis Lacos. ويفضل بعض الراصدين تجميع الملامح السطحية المتشابهة في لمعانها لرصدها ومقارنتها ببعضها البعض، خصوصا في مراحل اقتراب المريخ أو استقباله، حيث تكون هذه التغيرات سريعة ويمكن ملاحظتها أسبوعيا.

٤- قمم جبلية على المريخ

في نوفمبر ١٩٧١ رسمت سفينة الفضاء مارينر ٩ خريطة للكوكب من قطبه الشمالي إلى قطبه الجنوبي، فسجلت ملامح قمم خمسة براكين كبيرة :

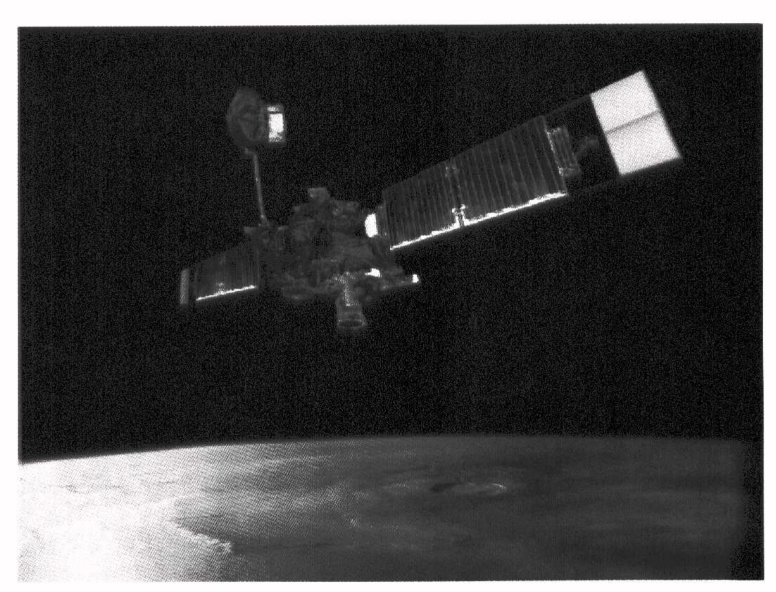
١- قمة أولمبيبس Olympus شكل (١٣) التي يبلغ ارتفاعها ٢١,٣ كم أي تعادل ٢,٥ قدر قمة إيفرست. ويعد هذا البركان من أكبر براكين النظام الشمسي، فقاعدته ٥٥٠ كم، ويحيط بها منحدران يبلغ ارتفاعهما عدة كيلومترات.

٢- قمة جاونالو ويبلغ ارتفاعها ١٠ كيلومترات وعرضها ١٢٠ كم.

٣- إسكرايوس.

٤- بافونيس

٥- آرسيا



شكل (٢٢) - صورة ذات قوة تفريق عالية لجبال أولمبوس Olympus Mons التقطتها سفينة الفضاء المريخية مارس جلوبال سيرفيور

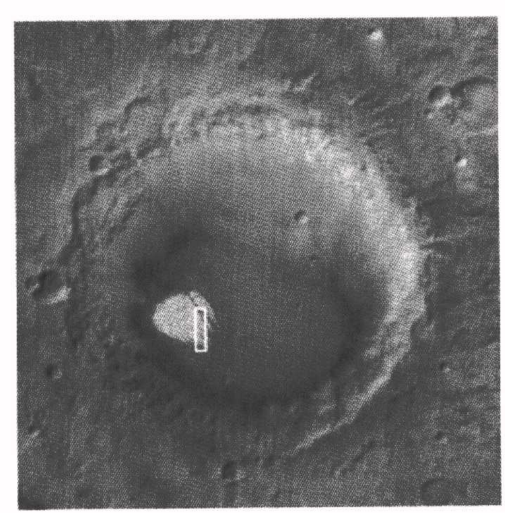
لا يزيد ارتفاع القمم الثلاثة الأخيرة عن ١٥ كم فوق الهضاب والسهول المحيطة بكل منها. وتقع جميعها في صف واحد، وتعرف باسم سلسلة جبال ثارثيس، التي لاقت اهتماما شديدا من طالب علم الفلك تشيباريللي، الذي كان يرصد المريخ خلال شهر نوفمبر ١٧٩١ في مدينة ميلانو الإيطالية باستخدام تلسكوب كاسر قطر شيئيته ٨,٦ بوصة. والآن يمكن رصد السحب

الجبلية على سطح المريخ باستخدام تلسكوب٦ بوصة بمرشح أزرق من نوعA38 أو A 80 لتحسين الصورة. وتبدو الرؤية واضحة أكثر عند خط الطول من ١٢٠° إلى ٢٠٠°.

٥- عجائب جيولوجيا المريخ

أضاف الباحثون في فريق تصوير مارس جلوبال سيرفيور شكل (٦) اكتشافا مدهشا، إلى قائمة الاكتشافات المدهشة عن الكوكب الأحمر. حيث وجد الباحثون في أخدود فاليس مارينريز كتلا سميكة من طبقات الصخور الرسوبية. وهذا يعني أن العديد من الفوهات الكائنة في هذا الأخدود الضخم، ربما تمثل مواقع بحيرات قديمة دامت طويلا وتجمعت على فترات ممتدة من الزمن، ويؤيد ذلك بالتالي فكرة أن الاكتشافات المستقبلية يمكن أن تبين رسوبيات قديمة تكونت بسبب وجود الماء، لنستدل بذلك عما إذا كان بالمريخ حياة ذات يوم أم لا. إن الأدلة على ذلك منعدمة في رواسب المناطق المنخفضة، مثل فوهات أرضية السطح وقيعان الأخاديد. وتبين الصور ذات التفاصيل التي تبلغ في أبعادها ٧ أمتار أن هذه الرواسب تتكون من طبقات ناعمة قابعة على أعلى سهول قديمة هرمة، فيها قناة تخرج من أرضية الفوهة السفلية.

وفي فوهة بولاك Pollack شكل (٢٣) التي يبلغ اتساعها ٩٥ كم تقبع رسوبيات تكون "الصخرة البيضاء" المشهورة شكل (٢٤) التي كانت أول ما سجلت مارينر٩ شكل (٣٩) عام١٩٧١ . وتغطي هذه الرسوبيات بالتالي فوهة قديمة. وتثبت هذه التشكيلات أن عملية ما غير معروفة هي التي قامت بترسيب هذه الرسوبيات أعلى صخور كانت موجودة من قبل. ويظن معظم العلماء أن



شكل (٢٣) - فوهة بولاك

المياه هي التي حملت أحجاما كبيرة من الرواسب في هذه الفوهة. وإلا ثار السؤال: هل تستطيع هذه المعالم أن تنشأ عن رسوبيات ناتجة من هبوب الرياح التي عادة ما تكون من مادة هباء؟. ويدعي البعض أن هذه الرسوبيات تكون جروفا من رمال منحدرة متماسكة، نتجت عن صخر رسوبي.



شكل (٢٤) منظر عام للصخرة البيضاء

ومما نعرف أيضا عن المريخ أن الرسوبيات التي ترقد أسفل المياه قد تكون حديثة التكوين، رغم أن مظهرها يدل على أنها تكونت قديما بعمليات يسميها الجيولوجيون "عمليات النبش Exhumation". وربما تطردها الرياح بعيدا، فتصير سهلة التفتت Crumbly بعد نحرها من الرسوبيات

السطحية الضعيفة، نتيجة سلخ الرياح لها من التربة الأصلية، لتنكشف الطبقات السفلية القديمة.

إن الأمر المثير للدهشة يتمثل في أن بعض هذه الطبقات ربما تكون من رسوبيات عمرها ٤ مليون سنة منذ أن كان المريخ فيها غنيا بالمياه، التي حفظت في ظروف بدائية. فإذا كان في المريخ أي تكوينات عضوية حية خلال هذه الفترة المفترضة، فإن آثار حفريات هذه الفترة يجب أن تكون مطمورة في هذه الرسوبيات.

وتتفق هذه الرسوبيات مع دليل عثرت عليه سفينة جلوبال سيرفيور في أن المريخ له ماضي مائي، مما حقق هدفا هاما لمستقبل البعثات الهابطة مستقبلا لاختبار النظريات المعروفة عن الحياة القديمة على هذا الكوكب الذي يمثل الجار الجنب. وربما استطاعت هذه السفينة أن تلعب دورا هاما في اتخاذ القرارات المستقبلية عند تحديد أماكن هبوط البعثات على المريخ.

وتبدو الطبقات في بعض أجزاء منطقة فاليس مارينريز إلى حد ما منتظمة، وسمكها في حدود ١٠ أمتار، بحواف حادة ومنحدرة. وقد تتكون المياه في المناطق المنخفضة من الأخدود، مثلها مثل مجموعة المياه التي تكونت في وديان الصدع Rift الإفريقي على الكرة الأرضية.

وربما يكون هناك ملامح خادعة لبعض الطبقات السطحية، ولكنها في معظم الحالات تحوي فوهات صدمية قليلة جدا، مما يدل على أن السطح الموجود حديث التكوين جيولوجيا، منذ مليون سنة أو أقل.

إن ما يحتويه المريخ لا يقل أهمية عما يفتقر إليه. فالجرانيت يتكون من

الكوارتز الذي يتواجد بكثرة على الأرض، والكوارتز نادر جداً على المريخ، مما يدل على ندرة الجرانيت على المريخ. ثم إنه لا دليلَ على وجود معادن متحولة مثل الإرْدُوَاز والرخام، التي تتكوّن من تعرض الصخورالبركانية أو الرسوبية لضغوط ودرجات حرارة عالية. الاستنتاج الرئيسيّ لهذه الحقائق هو أن تكتونيةَ المريخ غير قادرة على دفع الصخور إلى أعماق كبيرة (حيث تُسَخَّنُ وتُكبَسُ)ثم تعادُ للسطح ثانية.

٦- نيازك المريخ

هناك ما يقرب من ٢٨ نيزكا مريخيا، منتشرة على ستة مواقع على سطح المريخ، ناشئة عن حمم وصهائر منسابة من براكين على الكوكب الأحمر منذ أقل من ١٣٠٠ مليون سنة. وهناك مجموعة واحدة من سبعة كسور من الحمم المريخية المنسابة، التي يبلغ عمرها ١٧٠ مليون سنة فقط بما يفيد أن الحمم قد تفجرت على سطح المريخ منذ ٤ ٪ من عمره التاريخي. وربما يكون الصهير الساخن مازال موجودا، وربما تثور البراكين مرة أخرى على المريخ في أي وقت.

والآن تستخدم صور سفينة الفضاء الأمريكية جلوبال سيرفيور لحصر الفوهات التي يبلغ قطرها ١٠ أمتار في مناطق البراكين إلسيوم بلانيتا Elysium Planita وأمازونيس بلانيتا Amazonis Planita ومنحدرات أوليمبس مونز Olympus Mons وجن جرير Jen Grier وحارة مليسّا Melissa Lane ودان بيرمان Dan Berman. وقد وجد أن عمر بعض الإنسيابات أصغر من ١٠٠ مليون سنة. وربما يكون بعضها أقل في عمره عن ١٠ ملايين سنة.

في منتصف السبعينيات ظن بعض الباحثين أن التبركن Volcanism وانسياب الماء ظواهر قديمة انتهى حدوثها منذ أمد بعيد، أو كما تدل أحد التقديرات التأريخية منذ ٢,٥ مليون سنة. ولكن النيازك المريخية وصور السفينة الأمريكية جلوبال سيرفيور توحي بنشاط أكثر لهذه الظواهر على المريخ عما هو عليه الآن، وربما أكثر مما كان يحلم به أكثر المتفائلين.

وتلعب نيازك الأرض ذات الأصل المريخي دورا هاما في التأريخ الجيولوجي للفوهات الصغيرة الدقيقة. وحينما يدرس العلماء أحجام الفوهات وأعدادها مع بعض العوامل الأخرى يحصلون على كم هائل من المعلومات عن عمر السطح، لأن كل الإصطدامات التي وقعت للكوكب منذ ٣ بليون سنة بنفس المعدل التشوهي قد تلاشت. ولذا كلما قل عدد الفوهات بصفة عامة، كلما دل ذلك على حداثة عمر السطح. واستطاع العلماء في معهد العلوم الكوكبية، باستخدام بيانات سفينة الفضاء مارينر ٩ شكل (٣٩) في السبعينات إحصاء الفوهات الكائنة على سطح بعض التراكيب السطحية مثل أولمبس مونز وسهل ثارثيس. ووجدوا أن بعض الإنسيابات الحممية تقل في كثافتها ثلاث مرات عن فوهات في سهول القمر التي يبلغ عمرها ٣,٦ بليون سنة . وتفيد حقيقة أن المريخ به تقريبا ضعف عدد الصدمات في كل وحدة مساحة مثل القمر، في استنتاج أن بعض الإنسيابات الحممية كان عمرها الإفتراضي عدة مئات من ملايين السنين.

وكذلك تدل الحمم صغيرة العمر على أن بعض الأماكن قد تكون متحركة تحت القشرة في العصور الجيولوجية الحديثة (المليون سنة الأخيرة)

ومن العجب أن تكون ساخنة تحت التربة الثلجية لعشرات من الدرجات المئوية، مما يؤدي إلى رفع درجة الحرارة تحت التربة من -٨٤ درجة مئوية إلى- ٤٠ درجة مئوية. وهي الحرارة التي عندها تظل المياه الملحية سائلة. والحقيقة أن سفينتي الفضاء فايكنج شكل (٤١) وباثفايندر شكل (٤٢) الهابطتين على سطح المريخ وجدتا تربة مريخية مليئة بالأملاح، مما يؤيد نظريات الطبقات الصخرية تحت السطحية الحاملة للماء، والتي يمكن أن تحتوي على ماء ثلجي يتخلل تربة المريخ. وعادة ما يكون فوقها. وهو ما يفسر وجود التربة الطينية أو المرنة. وهناك التربة المبهمة التي تحوي التلال، وتنشأ عن هبوط بعض أجزاء سطح المريخ.

٧- وجود الماء على المريخ

الماء من المواد الضرورية لتواجد صور الحياة المختلفة في أي مكان من الكون. ولذلك كانت الإشارات عن تواجده على سطح المريخ بشرى سارة للمتفائلين بوجود الحياة عليه. ومن حسن طالعهم أن يلاحظ الباحثان البريطانيان جون بريدج John Bridge ومونيكا جرادي Monica Grady وآخرون أن بعض النيازك التي هبطت من المريخ تحتوي على رسوبيات مكونة من الأملاح والكربونات، بالإضافة إلى بعض حلقات من مادة بيضاء شبيهة بتلك التي تتبقى على حمامات السباحة على الأرض حينما تتبخر منها المياه الغنية بالمعادن. ومن أمثال ذلك النيزك الذي وجد بولاية أنديانا عام ١٩٣١ في صخر ناري. وقد لوحظ بعض تغيرات في معادنه، لوجود مياه فيه. وقد ساعد ذلك على استنتاج أن الصخور تعرضت للسوائل لمدة ١,٣ بليون سنة. ثم ظلت



شكل (٢٥) منطقة سيناس ماريدياني التقطتها سفينة الفضاء مارس جلوبال سيرفيور

الصخرة ٦٣٠ مليون سنة على الأقل حتى يتسرب الماء خلالها. ويبدو الأثر واضحا بسبب تعرض التربة المريخية للماء على فترات متقطعة.

في عام ٢٠٠٠ سجل مايك مالن Mike Malin وكين إدجت Ken Edgett بكاميرا السفينة مارس جلوبال سيرفيور ملامح أخرى تؤيد الماضي المائي للمريخ، حيث وجد في خطوط العرض المتوسطة والعليا بعض الأخاديد المنحدرة عن مجاميع صخرية على قمم التلال. ولهذه الأخاديد نظير مشابه على التلال المنبسطة في أيرلندا وجرينلند وكندا، التي تندر أكثر كلما زاد تشبعها بالمياه. والمذهل في موضوع أخاديد المريخ أنها تبدو دليلا على انتشار

الماء المنساب في الوقت الحاضر (وبعضها يبدو كرواسب شبيهة بالطين في نهاياتها السفلى). واللغز الكبير ما يزال يكمن في المصدر الذي أتت منه هذه الميـــاه. ويعتقد بعض الباحثين أن ارتفاع التلال قائم على جداول من مياه جوفية قادمة من بحيرات تحتوي على ثلج تحت سطحي ذائب في خط العرض الجنوبي ٧١ درجة. ويغطي الثلج جانب التل المصحوب بأخدود. لكن الذي لم يعرف بعد هو هل يرتبط الجليد بالتركيب الأخدودي أم لا ؟.

ومع ذلك هناك برهان قوي إلى حد ما على وجود مياه سطحية قديمة بدأت تسيل، عندما كانت أول سفينة فضاء تدور حول المريخ مارينر ٩ عام ١٩٧٢ شكل (٣٩)، فصورت ما يبدو منه أنه قاع لنهر عبر سطح الكوكب المتجمد الجاف. ويناقض ذلك ما يقوله تيم باركر Tim Parker الفلكي في معهد كاليفورنيا للتقنية "أن الملامح الأخرى التي تظهرها السفينة هي بقايا أسطح بحيرات قديمة وخطوط شواطىء، أو يمكن أن تكون أحواضا محيطية مملوءة بالماء. ومعظم هذه المعالم مصحوبة بفوهات، بما ينم على حدوث نشاط متعلق بالماء خلال أول ثلاثة عصور على المريخ منذ العصر الغربي Hesperian. إلا أن الصور التي التقطتها السفينة مارس جلوبال سيرفيور، مع الخرائط الرادارية الطوبوغرافية تدل على أن الماء قد طفا حديثا على المريخ". وقد قام باحثو الأريزونا ديفون بير Devon Burr وألفريد ماك إون Alfred McEwen ودان بيرمان Dan Berrman وآخرون بدراسة نظام القنوات النهري المعروف باسم مارت فاليس Mart Vallis الذي ينساب شرقا من إلسيوم بلانيتا، مع بعض الملامح الأخرى الغريبة الحديثة، مع قليل من الفوهات. ومن ذلك تبين وجود احتمال أن يكون هذا النظام قد حوى الماء خلال آخر ٤٠ مليون سنة.

وإذا قارنا بالكرة الأرضيةُ، نجد أنها تحوي مخزونات هائلة من الصخور الكربونية مثل حجر الجير، الذي ترسّب من محيطات دافئة غنية بثاني أكسيد الكربون. ويَرى علماءُ الكواكب أن المريخ كان عادة أدفأ وأرطب، ومن ثم فلا بد أن يحوي أيضًا، طبقات سميكةً من الكربونات. لكنْ لم يُكتشف شيءٌ منها. وهذا يعني أن أي محيطات على الكوكب كانت إما باردة أو قصيرة الأمد أو مغطاة بالجليد، وإلا كانت طاردةً للكربونات. ويحوي الغبار المنتشر، أينما كان، كميات قليلةً من الكربونات، ربما تكوّنت بتفاعل مباشر مع بخار الماء الموجود في الجو، أكثر من تفاعله مع الماء السائل على السطح. وثمة صنف آخر من المعادن المرتبطة بالماء والأوحال، التي يندر وجودها أيضًا على المريخ، مما يوحي ثانيةً بأن الكوكب كان في معظمه جافًا. وينسجم هذا الاستنتاج مع وجود انتشار مَعْدَنَيّ الزبرجد الزيتوني والبيروكسين.

ويبدو أن فكرة تشابه الكوكب في وقت ما بالأرض قد عفا عليها الزمن. فالخرائط التعدينية الشاملة هو أننا حيال سطحٍ قديم، مازال يحتفظ بمعادنه البركانية الأصليّة، غَيَّرَهُ الماءُ قليلا. وحتى في سهول ميريدياني، تدل الرمال البازلتية أعلى بحيرة الرسوبيات، على جفاف الموقع طوال مدة تتراوح بين بليونين وثلاثة بلايين سنة. ومع تواجد شبكات البحيرات وأشباه الأنهار حقًا، إلا أن الماء ربما جرى فيها مدة قصيرة فقط. ومن المحتمل جريانه بين فينة وأخرى، ثم ما يلبث أن يتجمد ثانيةً. ومع ذلك، مازال علماء الكواكب حائرين في تفسير كيف أن عالمًا كان في عمومه مجدبًا جدًا، يصبح، في أماكن وأوقات معينة، زاخرا بالماء.

ومن العجب، اكتشاف أن المريخ يحوي مستودعات هائلةً من الماء المتجمد الذي ينساب في أنحاء الكوكب تبعا لما يعتري الكوكبَ من تغيرات مناخية. ويحتوي القطبان على مخزونات من جليد أو رسوبيات غنية بالجليد، يصل سمكها إلى عدة كيلومترات، وقد بيّنت قراءات الحرارة تحت الحمراء في السبعينيات أن قبعة القطب الشمالي جليد مائي، لكنها لم تحدد تركيب قبعة القطب الجنوبي. وتماثل درجةُ حرارة سطحه، درجةَ حرارة ثاني أكسيد الكربون المتجمد. لكنْ هل يقبع الجليد المائي إلى أسفل؟. لقد كشفت قراءات حديثة لدرجات الحرارة، قاسها جهاز THEMIS وجود جليد مائي منتشر في أماكن معينة، ومن ثم يبدو أن الجواب عن هذا السؤال هو نعم.

ويضاف إلى المخزون المائي المعروف، الجليدُ الجوفيُّ، الذي كشفته آلتا مقياس طيف أشعة جاما وكاشف النترونات عالية الطاقة المحمولتان على السفينة مارس أوديسي. وتقيسان أشعة جاما والنترونات الناتجة من تصادم الأشعة الكونية بذرّات في التربة. ويكشف التوزيعُ الطاقيُّ لفوتونات جاما والنترونات، عن عناصر تركيب التربةَ إلى عمق عدة أمتار. فالهيدروجين مثلاً، يمتصّ النترونات بقوة، ومن ثم فإن ندرة النترونات تنم عن وجود هيدروجين تحت السطح. والأكثر احتمالاً أنه جزيئ الهيدروجين H_2 الناتج من الماء H_2O. ويبدو أن الماء في المناطق المحصورة بين خطي عرض ٦٠ درجة وكلٍّ من القطبين، يكوّن أكثر من ٥٠ ٪ من التربة. هذا ولم يكن لتتحقق الوفرة الثلجية العالية نتيجة لانتشار بسيط لبخار الماء من الجو في مسام التربة. وبدلاً من ذلك، لا بد أن يكون الثلج قد اختُزِنَ كصقيع أو جليد.

وتنم التشكيلات الأرضية غير العادية، المرئية في أنحاء خطوط العرض الوسطى عن جليد. وتوجد بعض التضاريس التي تشبه ملعب كرة السلة بين خطي عرض ٣٠ و٥٠ درجة، في كل من نصفي كرة الكوكب. وتسبب تَسخينات التربة وتَبخيرات الجليد تفتيت التربة. ويوجد نمطٌ ثانٍ من ترسّبات في تجاويفَ فوق المنحدرات الباردة المواجهة للقطبين، وهي طبقة مادية سمكها عشرةُ أمتار، يُحتمل أن تكون بقايا ثلج مائي نقي إلى حد ما. وكانت الأخاديد الصغيرة حديثة العهد، الناشئة من جريان المياه بعد المطر، أحد أهم المكتشفات المتميزة في خطوط العرض الوسطى، وربما كانت نتيجةَ ماء ينبوعي، أو ذوبان لجليد قرب السطح، أو ذوبان لمقادير وفيرة من ثلج منطلق من أسفل إلى أعلى.

وتوحي جميع هذه المعالم المرتبطة بالماء أن المريخ، مثل الأرض، يمر بدورة من عصور جليد. ويتذبذب ميل محور دوران الكوكب حول زاوية تبلغ في المتوسط ٢٠ درجة خلال دورة طولها ١٢٥٠٠٠ سنة. وعندما يكون الميل صغيراً، يكون القطبان أبرد مكانين على الكوكب، ويسقط عليهما ثلج أكثر مما يتبخر منهما، ويؤدي هذا إلى شبكة متراكمة من جليد. ومع ازدياد الميل، يستقبل القطبان قسطًا أكبر من ضوء الشمس، ويَسْخُنان على حساب خطوط العرض الوسطى. ويميل الماء إلى الجريان من القطبين تجاه خط الاستواء. ومع تراكم الثلج على السطح، يترقرق منه الماء الساري. وفي أيامنا هذه سَخُنَتْ خطوطُ العرض الوسطى، واختفى معظمُ غطاء الثلج. ولو كان نموذج عصر الجليد صحيحا فعلاً، فلسوف تعود عصوره خلال فترة تتراوح بين ٢٥٠٠٠ و٥٠٠٠٠ سنة القادمة.

٨- اكتشاف الثلج على المريخ

يلقي اكتشاف الثلج على كوكب المريخ الضوء على سر ليونة تربة المريخ. ففي العصور المريخية القديمة تبدو حواف الفوهات ذائبة تماما مثل المعالم المناظرة على سطح القمر. وعادة ما تحاط القمم الموضعية ببقايا أغطية، قد تبدو من صنع مادة منسابة في هذه المنحدرات مثل مولاس القصب المعصور. وقد تبدو هذه الظاهرة ذات علاقة بالتربة الغنية بالثلوج التي يمكن أن تطفو مثل الجليد. ويؤيد هذه النظرية حقيقة أن الأرض الرخوة أكثر شيوعا في خطوط العرض المرتفعة.

إن أول باعث للإعتقاد في وجود الثلج على المريخ هي الصور التي التقطتها فايكنج لثمانية تشكيلات ممتدة على تربة المريخ، شبيهة بتلك التي وجدت على التربة في كندا، حيث يرتفع السطح ويزيح تلك الأشكال حينما يتمدد الثلج تحت السطحي ثم يذوب. وتأخذ بعض نماذج الفوهات المريخية أشكالا قذفية تشبه تويج الزهور Petals ، والتي قد يصنعها التراب المبلل مع بعض الصخور الأكثر جفافا من هذا التراب. وربما تكونت هذه الفوهات المحكمة الشكل حينما صدمت هذه الكتل التربة الثلجية والثلوج الذائبة والطين المقذوف.

في عام ١٩٨٠ اكتشف رسلان كوزمي وجوزيف بويس، كل على حدة، أنه رغم انتشار الفوهات المحكمة في كل أنحاء المريخ، إلا أن أضحلها وأصغرها هي التي توجد على خطوط العرض العليا. وهذا يعني أنه كلما اقتربنا من الأقطاب كلما انغمست الفوهات الضحلة في الثلج. ويدل على

ذلك قياس أعماق الفوهات، حيث يبدأ الثلج الثابت على عمق من ٣٠٠ إلى ٤٠٠ متر تحت السطح عند خط الإستواء. ولكنها تكون على أقل من متر تحت السطح عند خطوط العرض العليا. وفي عام ٢٠٠٠ اكتشف فريق العلماء العامل على سفينة الفضاء مارس أوديسي شكل (١٠) دليلا على وجود ثلج على ارتفاع مترين من السطح تجاه القطب عند خط عرض ٦٥ درجة. وتظهر المناطق الدالة على الهيدروجين باللون الأزرق، وهي في نفس الوقت دليل على وجود الثلج.

لقد حدث الكثير من الإنسيابات في الماضي حينما كان الماء أو الثلج أقرب إلى السطح. ولكن صور السفينة مارس جلوبال سيرفيور شكل (٦) تبين بعض المعالم غير المفوهة التي تشبه الإنسيابات الجليدية الحديثة. وتقرر باحثة الأريزونا إليزابث تيرتل Elizabeth Teirtle أن الثلج إذا كان على منحدر يمكن أن ينساب بطريقة أسرع نسبيا، على مدى آلاف السنين تماما مثل الإنسيابات الجليدية على سطح الكرة الأرضية.

وتحدث الاندفاعات المائية نتيجة لذوبان الجليد بفعل الحرارة الجوفية. ويقترح الفلكي الفرنسي فرانسوا كوستارد Francois Costard وزملاؤه من جامعة باريس آلية أخرى للنشاط الثلجي الذي حدث أخيرا على المريخ. حيث يعتقدون أن التغييرات الناشئة من ميل محور دوران المريخ على فترات تصل إلى ملايين السنين يمكن أن يفسر علاقة الملامح الثلجية المائية بالأخاديد. ويظن أن المريخ مال عن الوضع القائم بالنسبة لمنحنى عميق بزاوية ٤٥ درجة على مدى ٥ مليون سنة أو نحو ذلك. وبينما تميل الطاقية القطبية أكثر تجاه الشمس فإن الحرارة الإضافية المذيبة للثلج وثاني أكسيد الكربون تتجه نحو السطح، مما

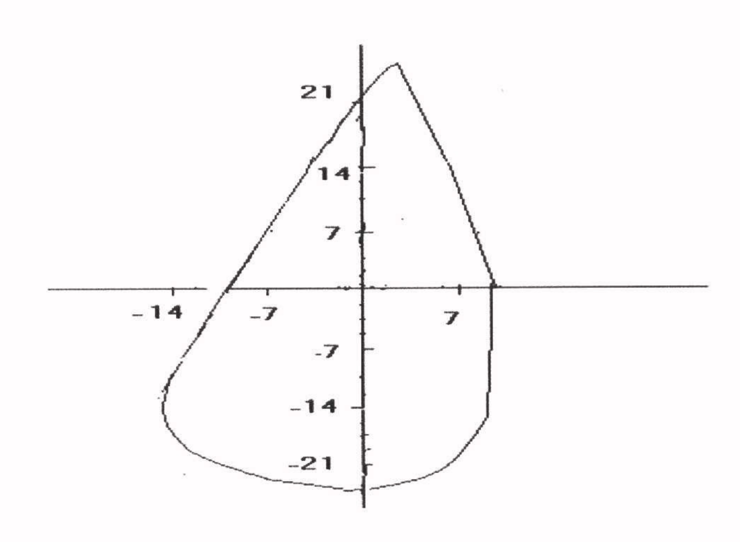
يزيد محتوى بخار الماء الجوي، بما يكفي لتكثيف الثلج ثم سقوطه على السطح خلال فصل الشتاء. ويعتقد كوستارد أن ذوبان الجليد في اتجاه المنحدرات المواجهة للأقطاب يمكن أن يفسر اتجاه الأخاديد التي يواجه معظمها القطبين. وبتسخينها من شمس النهار، فإنها يمكن أن تستقبل ضوء الشمس أكثر من تلك المواقع المواجهة أصلا لها.

٩- الحياة والماء والثلج على المريخ

تثير فكرة وجود الماء مع الثلج على سطح المريخ خيال الباحثين الذين يأملون في وجود الحياة ذات يوم عليه. في حين يعتقد البعض أننا قد وجدناها فعلا. ففي عام ١٩٩٦ فاجأ فريق من وكالة ناسا برئاسة ماكيي Mckay S.D. وإفيريت جيبسون Everett Gibson الأوساط العلمية بإعلان احتمال وجود ميكروبات حفرية في رواسب مائية وكربونات داخل أحد النيازك المريخية التي يعود تاريخها إلى ٤,٥ بليون سنة مضت، أثناء تكوين تربة المريخ. ظل هذا الإدعاء فوق مستوى المناقشة العلنية أو الجدل حتى فاجأ العالم عام ٢٠٠٠ البيولوجي راسيل فريلند Rassell Vreland ووليم روزنزيج William Rosenzweig والجيولوجي دنيس بورز Deniss Powers بإعلان وجود بكتيريا قابلة للحياة داخل بلورة ملح أرضية عمرها ٢٥٠ مليون سنة. وقد دعم هذا الاكتشاف داخل البلورة وجود بكتيريا قديمة قدم المقابر الملحية، مما أثار شجون الباحثين المتخصصين في دراسة المريخ، على أمل أن تتواجد الحياة في ظروف الكوكب الأحمر الصعبة.

وإنه لمن السابق لأوانه أن نقول بوجود الحياة على المريخ الآن، أو حتى من

قبل ذلك. وقد بينت الأرصاد الحديثة أن بالمريخ وفرة من الماء والطاقة البركانية، فاتحة بذلك طريقا إلى الإستكشاف المستقبلي لكيفية تواجد الحياة وبقائها واستمرارها على الكوكب الأحمر، الذي أصبحت عجائبه مرئية ومألوفة أمام أعين الأشهاد وعلى رءوسهم.



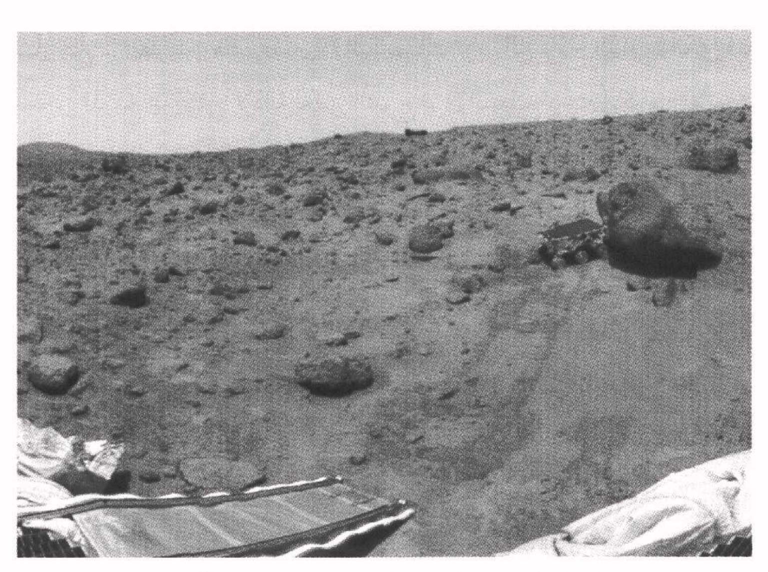
شكل (٢٦) أناليما المريخ

١٠- الشمس على المريخ

يعتبر تغير وضع الشمس في سماء المريخ من المميزات الخاصة به. ويعكس هذا الوضع تغير ظل الشمس من وقت لآخر على فترات متساوية طوال العام. وبالنسبة للأرض يأخذ الظل شكل 8 ويعرف باسم الأناليما Analema ويأخذ

الشكل البيضاوي المدبب من أعلى والمفلطح من أسفل، شكل (٢٦). وهو يبين الفرق بين الزمن الشمسي الظاهري الذي تبينه المزولة ومتوسط الزمن الشمسي الذي يتحرك بمعدل ثابت طوال العام على اعتبار وجود شمس افتراضية معدل حركتها ثابت على دائرة البروج. وينشأ هذا الفرق لأن الأرض تتبع مدارا بيضاويا تتغير فيه سرعتها تبعا لقانون كبلر الثاني، الذي يفيد بأن سرعة الكوكب في مداره حول الشمس متغيرة، وكذلك تبعا لميل محور دوران الأرض حول نفسها على مستوى دوران الأرض حول الشمس.

ولكي نرى ماذا تشبه أناليما المريخ، علينا أن نتمثل المنظر فوق الأفق الغربي لموقع هبوط سفينة الفضاء باثفايندر كما في الصورة شكل (٢٧) .



شكل (٢٧) - صورة لموقع هبوط سفينة الفضاء باثفايندر الأمريكية

حيث يقع الغرب عموديا تماما على تلّين بهما قمتان متشابهتان تم تحديدهما من صورة موقع هبوط صورته سفينة الفضاء مارس جلوبال سيرفيور، ويبدو أن المسافة الزاويَّة بين القمتين تبلغ ١٦,٨ درجة، ليكون مقياس الرسم بنفس أبعاد الصورة الأرضية. وتم استخدام خط عرض موقع الهبوط كسجل لإحداثيات خط الإستواء السماوي نسبة للأشعة الساقطة. وتتركز الأناليما على خط الإستواء السماوي، وتمتد ٢٥ درجة على جانبيه، مع أخذ ميل محور دوران المريخ على مداره حول الشمس في الاعتبار.

١١- درجة الحرارة على المريخ

إذا عدنا بالمريخ إلى الوراء نجد أن درجة الحرارة في عصور المريخ المبكرة تتأرجح بين نظريتين متباعدتين. فالبديهيات تؤيد النموذج الدافىء، الذي فيه يسخن المريخ بما يكفي لإذابة بعض الثلوج فوق السطح وتحته لتكوين الأنهار. ويؤيد ذلك النماذج التي أخرجها جيمس كاستنج James Kasting عالم الجيولوجيا بجامعة بنسلفانيا، والتي تبين وفرة ثاني أكسيد الكربون في سحب الغلاف الجوي المريخي المبكر، والذي أثرت فيه الحرارة عن طريق ظاهرة الإحتباس الحراري، كما هو حادث في جو الزهرة والأرض في وقتنا الحالي.

ويشير النموذج المبلل البارد لكوكب المريخ في باكر أيامه إلى حقيقة أن الشمس تشع حرارة أقل مما كانت تشعه آنذاك. وهذا التأثير، كما يبينه النموذج لا يكفيه أي قدر من انعزال الدفيئة. ومن العجب أن نموذج المريخ المبكر الأبرد يعلل جيدا وجود الأنهار في هذه الفترة المبكرة من تاريخ المريخ. وقد يعني المناخ المعتدل، ثلجا أكثر على الكوكب بصفة عامة، وثلجا أكثر قريبا من

السطح. وربما أذابت حرارة تسخين الأرضية المريخية الثلج تحت السطحي ولم تتمكن فيضانات السوائل أن تتعمق لتخلخل الأرضية المريخية.

وتحتوي الكواكب الشابة في الواقع على نظائر إشعاعية أقصر عمرا، تحدث تسخينا حراريا أكثر مما تفعل الكواكب الأطول عمرا. وفي العصور الأولى للكوكب، ربما أذاب التسخين الحراري للكوكب الثلج الأعمق من كيلو متر واحد. وعلى العكس تفترض الأرصاد التي سجلها مايك مالن Mike Mal-in وكين إدجت Ken Edgett عام ٢٠٠٠ بكاميرا التصوير الموجودة في السفينة جلوبال سيرفيور ملامح أخرى، تؤيد الماضي المائي للمريخ، حيث وجدوا في خطوط العرض المتوسطة والعليا بعض الأخاديد المنحدرة عن مجاميع صخرية على قمم التلال. وهناك نظير لهذه الأخاديد على التلال المنبسطة في أيسلندا وجرينلند وكندا، حيث يتشبع أكثرها بالمياه، فيتسبب ذلك في انحدارها. والمذهل في موضوع أخاديد المريخ أنها تبدو دليلا على انتشار الماء وانسيابه في الوقت الحاضر (وبعضها يبدو كرواسب شبيهة في نهايتها السفلى بالطين الأرضي).

وينجلي السر الكبير إذا عرفنا مصدر هذه المياه. ويعتقد بعض الباحثين أن ارتفاع هذه التلال يقوم على جداول من مياه جوفية من البحيرات التي تحتوي على ثلج تحت سطحي ذائب عند خط العرض ٧١ درجة جنوبا، ويغطي الثلج جانب التل المصحوب بأخدود شكل (١٥). ولا أحد يعرف هل يرتبط الجليد بالتراكيب الأخدودية أم لا ؟.

وهناك برهان على مياه سطحية قديمة بدأت تسيل حينما كانت مارينر ٩ -

أول سـفـينة فـضـاء ، أطلقت في ٣٠/ ٥/ ١٩٧١ تدور حـول المريخ في ١٥/ ١١/ ١٩٧١، فرسمت ما بدا أنه أول قاع أنهار عبر الكوكب المتجمد الجاف في عام ١٩٧٢ . وما يتناقض مع ذلك هو مـا يقتـرحه تيم باركر Tim Parker الفلكي بمعهد كاليفورنيا للتقنية أن الملامح الأخرى التي صورتها سفينة الفضاء هي بقايا أسطح لبحيرات قديمة وخطوط شاطئية، أو حتى أحواض محيطية مملوءة، ومعظم كل ذلك مصحوب بفوهات. وهو ما يدل على حدوث نشـاط متـعلق بالماء من أول ثلاثة عـصـور على المريخ منذ العـصـر الغربي Hesperian إلا أن الصور التي التقطتها سفينة مارس جلوبال سيرفيور والخرائط الرادارية الطوبوغرافية تبوح بطفو الماء حديثا على المريخ. وقد حلل باحثو الأريزونا ديفون بير Devon Burr وألفريد ماك إوين Alfred McEwen ودان بيرمان Dan وآخرون نظام قنوات نهري يسمى مارت فاليس Mart Vallis الذي يجري شرق إكسيوم بلاتينا وشمالا في أمازونيس بلاتينا Amazonis Planita ومع ملامح غريبة حديثة وقليل من الفوهات فقد يكون النظام قد احتوى الماء خلال ٤٠ مليون سنة الأخيرة. وتبين قناة مارت فاليس التي يبلغ طولها ١٤٠ كم، جزيرة ماء متآكلة وحمم حديثة داكنة منسابة ثم جمدت مع بعض المنحنيات الإنسيابية الأخرى.

أما الدراسات الحديثة فتبين أن لدرجة الحرارة على المريخ مدى واسعا يوميا وفصليا. فقد تقل درجة حرارة القطب في فصل الشتاء إلى -١٤٠ ْ مئوية (٢٢٥ ْ ف). بينما لا تتجاوز درجة الحرارة نهارا عند خط الاستواء ٢٠ ْ مئوية (٦٨ ْ ف). وقد وجد أن درجة حرارة السطح في موقع فايكنج -١ الهابطة قد تغير ٧٥ ْ مئوية تقريبا بين ما قبل الفجر ومنتصف الظهيرة خلال الصيف في

الشمال. وتراوحت درجة الحرارة من المنخفضة -٨٨° مئوية (-١٥٨° ف) إلى المرتفعة حتى -١٢° مئويـــة (٢١°ف) .

١٢- اليوم المريخي وتغير ملامح السطح خلاله

يزيد اليوم المريخي عن اليوم الأرضي ٤, ٣٧ دقيقة. لذلك تتحرك المعالم ٩,٣٥ درجة يوميا إلى الغرب إذا رصدنا المريخ في نفس الوقت من كل ليلة. وتكتمل الدورة لتعود نفس الملامح في نفس الوقت بعد ٣٩ يوما و٢ ساعة و٢٤ دقيقة و٣٠ ثانية، كما لو كان قد دار دورة واحدة حول نفسه ببطئ إلى الوراء. وكل الملامح الثابتة للمريخ في خلال تلك الفترة عادت إلى خط زوالها المعروف. ونستطيع أن نحصل على ملامح الإنعكاسية المريخية إذا انتظرنا لفة مريخية واحدة. لأن المريخ يدور دورة كل ٢٤,٦٢٣ ساعة. وبقسمة ٣٦٠ عليها ينتج أن المريخ يدور ١٤,٦٢ درجة كل ساعة. فإذا كنا نرصد منطقة ليبيا على المريخ (خط طول٢٦٠ درجة) من على خط زوال المريخ، ونريد أن نعرف متى تعبر ليبيا منطقة أبوجيا (خط طول٢٩٥) في الليلة التالية فإننا نقسم ٣٥ (فاصل خط الطول) على ١٤,٦٢ درجة/ ساعة ينتج ٢,٤ درجة/ ساعة. وهو الفارق الزمني لعبورين متتاليين للمح من ملامح المريخ.

إن الماضي الملحمي الطويل للمريخ يجعله يحظى بأكبر قدر من الاهتمام، بيد أن ثمة تطورين بعثا الحماس ثانيةً لدراسة نشاطه هذه الأيام. أولهما الإجماع المتعاظم على أن المريخ كان نشيطًا جيولوجيًا في الماضي القريب. فمعظم البراكين الضخمة والسهول الحممية قديمةٌ، يعود تاريخها إلى النصف الأول من تاريخ الكوكب، لكنّ نقص فوهاتِ صدمٍ نيزكية على المجاري

الحمميّة، في مناطق مثل أثاباسكا، يوحي (بمعايير جيولوجية) أنها حديثة، وأنها نتيجة انبثاقات جرت في ملايين السنين القليلة الماضية. وقد فتّش الباحثون في الصور تحت الحمراء الليليّة عن براكين نشطة، أو بقاعٍ ساخنة في باطن الأرض، فلم يعثروا حتى الآن على شيئ منها. ويبدو أن المريخ قد برُدَ إلى درجة يندر فيها التبركن، رغم تفجّر الحمم على السطح من وقت إلى آخر.

١٣- اقترابات المريخ Mars Closest Approaches

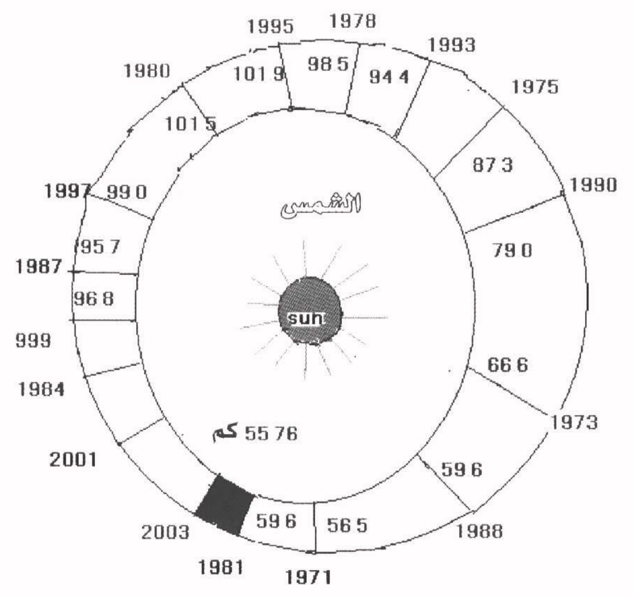
يتميز المدار البيضاوي الذي يدور فيه أي جسم سماوي بتغير المسافة بينه وبين الجسم المركزي الذي يدور حوله (الشمس). وبتطبيق هذه القاعدة على مداري المريخ والأرض نجد أن كليهما يبتعدان ويقتربان من الشمس، وفي نفس الوقت يبتعدان ويقتربان من بعضهما، فيكونان في أقصى بعد لهما عن بعضهما حينما تقع الشمس على الخط الواصل بين مركزيهما. ويكونان في أقصى اقتراب لهما حينما تقع الأرض على الخط الواصل بين مركزي المريخ والشمس. وتختلف مسافة أقصى اقتراب وأقصى ابتعاد في كل مرة عن الأخرى نتيجة تغير ميل مستوى مدار المريخ حول الشمس على مستوى مدار الأرض حول الشمس، وكذلك لحركة المدارات في الفراغ، وهو ما يوضحه شكل (٣٠). كما يوضح شكل (٣٣) أقصى اقتراب وأقصى ابتعاد للمريخ عن الأرض.

يقترب المريخ من الأرض كل ١٥ سنة تقريبا، أشكال (٢٨ - ٣٤). ويختلف كل اقتراب عن سابقه زيادة أو نقصا، إلا أن متوسط المسافة بين المريخ والأرض تكون عند الاقتران في حدود ٧٧ مليون كم، وتكون في المقابلة ٣٧٨

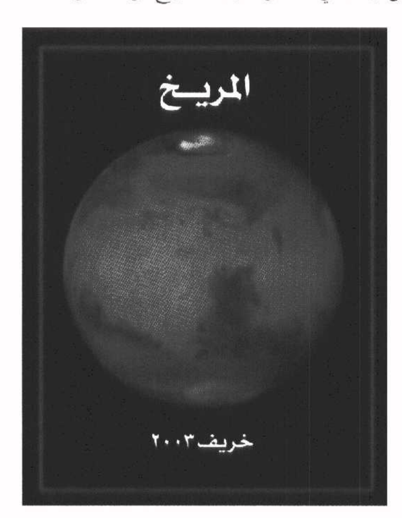
مليون كم ففي مارس ١٩٨٨ كان المريخ أقرب للأرض من الاقتراب الذي حدث عام , ١٩٧١ ويتوفر للفلكيين المحترفين والهواة المتحمسين لرصد المريخ (المريخيون) خلال هذه الاقترابات فرصا طيبة لرصد الكوكب عن كثب، والتمتع برؤية ملامحه. ويستطيع هؤلاء الراصدون تسجيل ملاحظاتهم وتحليلاتهم وإرسالها إلى رابطة راصدي القمر والكواكب Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO). ولا بأس أن تكون الأرصاد على هيئة مخطط (إسكتش) لسطح المريخ كما يرى بالعين من خلال المنظار الفلكي. صحيح أن ذلك أسلوب متخلف تقنيا، مقارنة بالإنجازات التي حققتها بعثات مارينرز وفايكنج للمريخ. وقد رسمت هذه البعثات خرائط الملامح الجيولوجية للمريخ. وأوضحت الظواهر الجوية للكوكب من مدار حوله. ورغم كل المحاولات التي بذلت وتبذل في استكشافه، فمازال المريخ محط أسرار وعجائب.

والملاحظ أن اقترابات المريخ كلها في حدود ما بين ٦٠ و٥٥ مليون كم أما ما يزيد على ذلك فلا يعد اقترابا. ففي شكل (٣٣) تتراوح المسافة بين المريخ والأرض من ٥٤٥٠٠٠٠٠ كم ٤٠١٣٠٠٠٠كم.

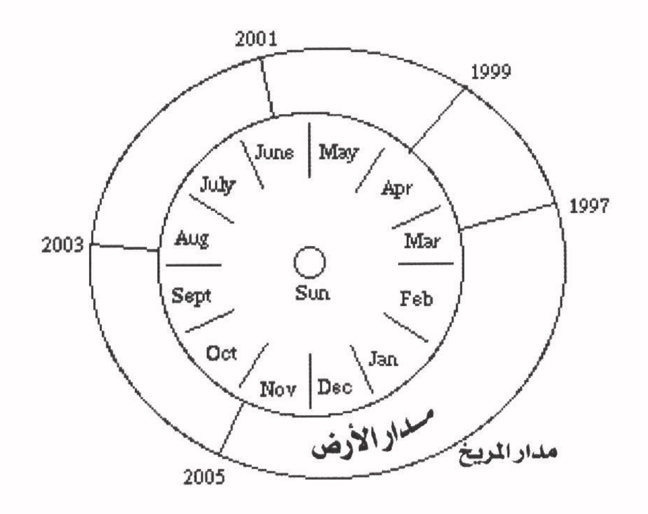
وسوف يقع أقصى اقتراب مستقبلا قي ٢٩ أغسطس عام ٢٢٨٧ م ويكون المريخ على بعد ٤٣٢٤٨٠٠٠ كم، وذلك بسبب التزايد التدريجي في استطالة مدار المريخ من جراء تأثير التجاذب الواقع عليه من الكواكب الأخرى.



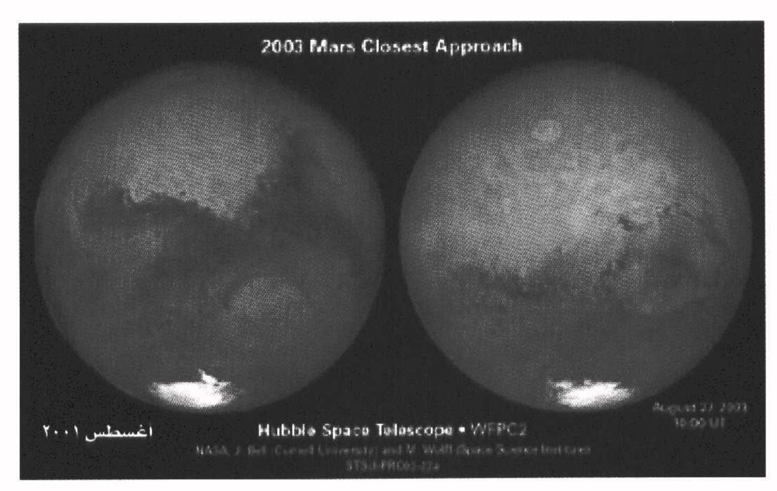
شكل (٢٨) شكل توضيحي لاقصى اقترابات المريخ من الأرض



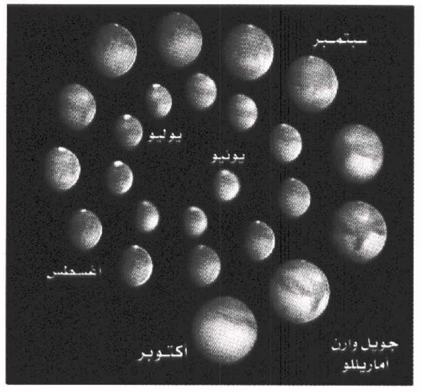
شكل (٢٩) - صورة المريخ عند أقصى اقتراب له في ٢٧ أغسطس ٢٠٠٣,



شكل (٣٠) - اقترابات المريخ منذ عام ١٩٩٧ حتى عام ٢٠٠٥

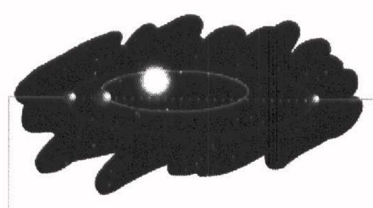


شكل(٣١) -صورة المريخ في اقتراب ٢٠٠٣ كما صورها تلسكوب هابل



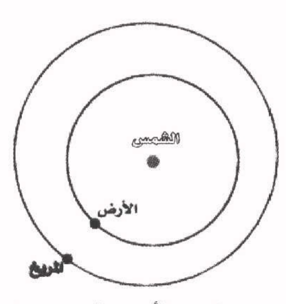
شكل(٣٢) المريخ مابين ٢٨ يونية و٨ أكتوبر ٢٠٠٥

Distance between Mars and Earth

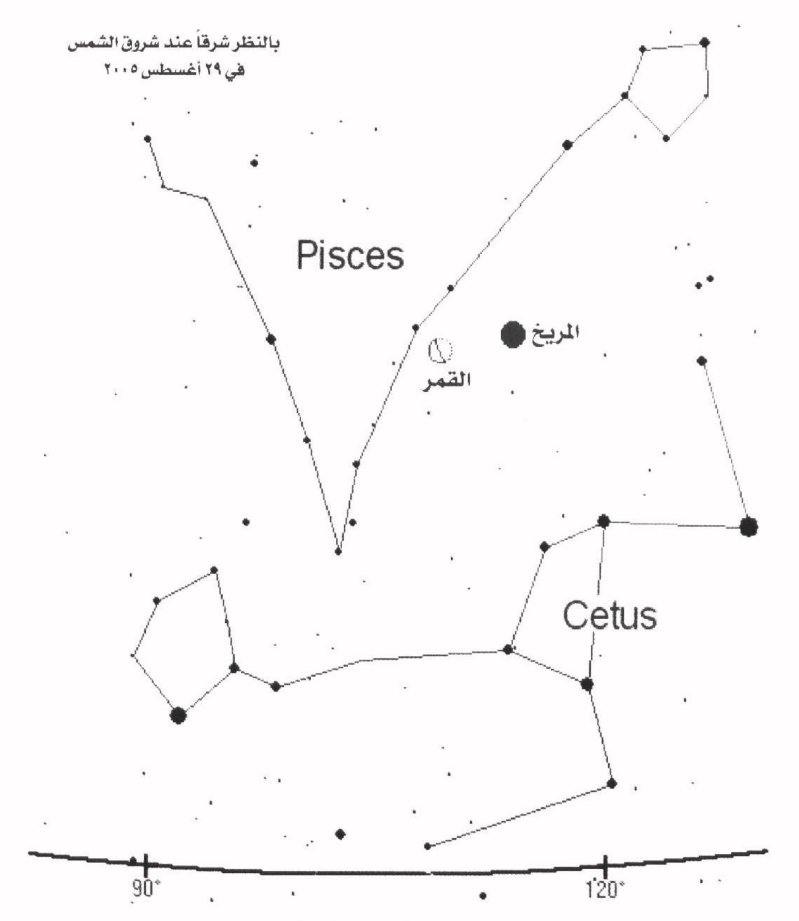


شكل (٣٣) موقع المريخ
بالنسبة للأرض والشمس

أقصى إقتراب ٥٤٥٠٠٠٠٠ كم
أبعد مسافة ٤٠١٣٠٠٠٠٠ كم



شكل (٣٤) - موقع المريخ والأرض والشمس في ٢٩ يونية ٢٠٠٥



شكل (٣٥) - المريخ والقمر ومجموعتا الحوت وقيطس النجميتان في ٢٩ يونية ٢٠٠٥

والجدول التالي يبين اقترابات المريخ عبر عصور التاريخ المختلفة

م	الزمــن	بعد المريخ عن الأرض
١-	٣١ / ٨ / ١١١٩	٥٥٨٥٩٤٨٨كم
٢-	٣ / ٨ / ١١٩٨	٥٥٨٦٨٢٣٦كم
٣-	٣١ / ٧ / ١٤٠٣	٥٥٨٩٢١٣١ كم
٤-	٣ / ٨ / ١٤٨٢	٥٥٨٠٨٥٩٤كم
٥-	٧ / ٨ / ١٥٦١	٥٥٨٣٧٧٨٠كم
٦-	٢٠ / ٨ / ١٦٤٠	٥٥٨٧٠٥٥١كم
٧-	١٣ / ٨ / ١٧٦٦	٥٥٨٣٨٩٤٨كم
٨-	١٨ / ٨ / ١٨٤٥	٥٥٨٠٣١٦٣كم
٩-	٢٢ / ٨ / ١٩٢٤	٥٥٧٧٦٩٣٩كم
١٠-	٢٧ / ٨ / ٢٠٠٣	٥٥٧٥٨٠٠٦كم
١١-	٢٩ / ٨ / ٢٢٨٧	٥٤٣٢٤٨٠٠٠كم

والجدول التالي يبين المسافة بين المريخ والأرض خـلال عـام ٢٠٠٣

اليـــوم	الساعــــة بتوقيت القاهرة	بعد المريخ عن الأرض بالكيلومتر
٢/٥	٥:٠٠	٢٦١٠٣٥٦٠٠
٢/١٩	٤:٤٩	٢٤٢٣٥١١٢٠
٣/٣	٤:٣٧	٢٢٥٥٩٦٨٠٠
٣/١٧	٤:١٨	٢٠٦٧٣٦٣٣٠
٤/٢	٣:٥٨	١٨٤٨٩٧٥٤٠
٤/١٦	٤:٣٦	١٦٦٩٥٣٣٥٠
٥/١	٤:٠٩	١٤٧٩٤٧٠٠٠
٥/١٥	٣:٤٠	١٣١٦٤٤٣٤٠
٥/٣١	١٤:٥٥	١١٣٥٣٩٢٢٠
٦/١٤	١٤:٢٨	٩٩٦٣٤٤٨٩
٧/١	٠١:٤٥	٨٤٦٦٧٥٨٩
٧/١٥	٠١:٠٢	٧٣٧٥٦٢٣٧
٧/٣٠	٠٠:١١	٦٤٠٣٥٧٩٩
٨/٢٣	٢٢:٣٩	٥٥٨٩٢١٣١
٨/٢٤	٥:٥٠	٥٥٨٧٠٥٥١
٨/٢٤	٨:٣٨	٥٥٨٦٨٢٣٦
٨/٢٤	١١:٤٨	٥٥٨٥٩٤٨٨

تابع جدول المسافة بين المريخ والأرض خلال عام ٢٠٠٣

اليوم	الساعة بتوقيت القاهرة	بعد المريخ عن الأرض بالكيلومتر
٨/٢٤	١٩:٤٣	٥٥٨٣٨٩٤٨
٨/٢٤	١٨:١٢	٥٥٨٣٧٧٨٠
٨/٢٥	٧:٣٥	٥٥٨٠٨٥٩٤
٨/٢٥	١٠:٢٩	٥٥٨٠٣١٦٣
٨/٢٦	٣:٥٤	٥٥٧٧٦٩٣٩
٨/٢٧	١١:٥١	٥٥٧٥٨٠٠٦
١٢/١٢	٢٣:١٥	٥٨١٩٣٨٨٠

إن رؤية المريخ بالعين الآدمية لهي أفضل طريقة لتسجيل معالمه. فالعين البشرية تسجل معالم الكوكب خلال لحظات قصيرة متتالية من الإستقرار الجوي. ويستطيع راصد تلسكوب صغير أن يرسم صورة مفصلة للكوكب في مخيلته ثم يترجمها على الورق في شكل مخطط أو اسكتش، بما يحقق تفصيلا عن آخر نظرة أطلت على الكوكب في ساعته وتاريخه. ويمكن من خلال تلسكوب يتراوح قطر شيئيته ما بين ٤ و١٠ بوصات رصد هذه الملامح. فالمريخ هو الكوكب الوحيد الذي يمكن من خلال التلسكوبات الصغيرة رصد معالمه السطحية والتركيبات المتغايرة من محطات الرصد الموجودة على سطح الأرض. مع الأخذ في الإعتبار أن هذه المعالم تتغير فصليا أو على مدى فترات زمنية مختلفة قد تصل إلى سنوات، بسبب العواصف الترابية التي تهب على الكوكب. ويمكن للراصدين في الأطوال الموجية المرئية(من ٤٠٠٠ إلى ٥٠٠٠

أنجشتروم) أن يلاحظوا علامات انكماش الغطاء القطبي الجنوبي، حيث يتحول المريخ من ربيع إلى صيف مما يؤدي إلى ذوبان الجليد.

وفي الاقتراب الحضيضي عام ١٩٨٨ رأى الراصدون تكوينات من سحب بيضاء، مختلطة ببعض الغمامات الزرقاء في الغلاف الجوي للمريخ، بدت وكأنها مبنية فوق سهول المريخ. إن رؤية هذه الملامح والتغيرات هي المكسب الذي يخرج به الراصدون من خلال الاقترابات. ويعتبر اقتراب ١٩٨٨ آخر أفضل فرصة مواتية خلال القرن العشرين لسببين: أولها أن المريخ يكون قريبا جدا من الأرض، وخصوصا من خط الإستواء السماوي في سماء الأرض. وثانيها أن مداري الأرض والمريخ شبه دائريين، فإذا وقع المريخ والأرض على خط واحد مع الشمس فإن المسافة بين الكوكبين تتغير بشدة من سنة لأخرى، تبعا لوضع المريخ في مداره حول الشمس. فإذا جاء وضع الاقتران حينما يكون المريخ في أبعد نقطة (الأوج) فإن البعد بين المريخ والأرض يبلغ ٩٨ مليون كم. ولكن إذا جاء الاقتران حينما يكون المريخ في أقرب نقطة من مداره حول الشمس فقد يبعد الريخ عن الأرض مسافة٧ , ٥٥ مليون كم. وهذا ماحدث في اقتراب٢٧ أغسطس عام ٢٠٠٣ الذي يعتبر أقصى اقتراب للمريخ من الأرض خلال ٦٠ ألف سنة. وعادة ما يحدث اقتراب متميز كل ٥٠ أو ٦٠ سنة.

ولأن المريخ يدور في الفراغ فإن أقصى اقتراب له يقع حينما يرى المريخ على خلفية نجمية من مجموعة برج القوس والعقرب ومجموعات أقصى الجنوب على حزام البروج، لذا تكون أفضل الاقترانات حينما يكون المريخ في

أقصى بعد جنوبي، لتتحقق أفضل رؤية في نصف الكرة الشمالي. وهذا ما حدث في اقتراب عام ٢٠٠٥ حيث كان المريخ منخفضا في سماء نصف الكرة الشمالي، ووصل قريبا من مجموعة برج الحوت على خط الإستواء السماوي شكل (٣٥). ولمشاهدي الجنوب كان المريخ أعلى في السماء من ١٥ إلى ٢٠ درجة عما كان عليه في الاقتران السابق، وبذلك يصل إلينا الضوء من خلال مسار أقصر في غلاف الأرض الجوي، ويكون الكوكب الأحمر أكثر وضوحا.

١٤ - إمكانيات رصد المريخ عند الاقتراب

يبدو المريخ في فترات اقترابه من الأرض شكل (٣٤) لامعا كمنارة في السماء. ومن خلال التلسكوب يرى المريخ لأول وهلة قرصا أصفرا برتقاليا متلألئا. وفي حالة الرصد في الأطوال الموجية البصرية، وبتكبير ٨٠ مرة يبدو المريخ للعين المجردة في عينية التلسكوب كبيرا كالبدر. ويبلغ قطره ٢٣,٨ ثانية قوسية، وهو ما يعادل قطر كرة السلة عند رؤيتها على بعد١٦٠٩ مترا (ميل واحد).

وتشعرك رؤية المريخ في بداية فترة الاقتراب بالإثارة، وأنك مقدم على تسجيل حدث كوني مدهش. وفي ظل أفضل ظروف للرؤية، يعطينا تلسكوب ٤ بوصة صورة واضحة عندما يكون تكبيره ٢٠٠ مرة. أما التلسكوب ٨ بوصة فيمكن أن يحقق تكبيرا ٤٠٠ مرة، وعموما يكون أوضح منظر للمريخ عندما يكون التكبير المتوسط مابين ٣٠ و٤٠ مرة لكل بوصة من قطر الشيئية، أي تكبير قدره من ٢٤٠ إلى ٣٢٠ مرة في التلسكوب ٨ بوصة. وفي الليالي التي يكون فيها الهواء ساكنا وهادئا يكون التكبير ٥٠ مرة لكل بوصة أفضل، مع وجود

بصريات سليمة نقية جيدة ونظيفة. (يتحقق هذا المدى من التكبير في التلسكوب الواحد باستخدام عينيات ذات أقطار مختلفة).

ويستطيع الراصد بتلسكوب ٤ بوصة أن يرى المعالم السطحية الكبيرة، مثل السحب اللامعة، وتلؤلؤ الحافة الذي يحدث حينما تزداد كمية الغمام في غلاف المريخ الجوي، وفي وجود العواصف الترابية الشديدة، وحينما تتمدد الأغطية القطبية وتنكمش، وحينما تسيطر الأطوال الموجية البنفسجية على جو الكوكب الأحمر. ولأن قدرة التلسكوب ٤ بوصة محدودة فإن هذه الملامح لا تكون ظاهرة إلا في فترة ٤ أسابيع قبل الاقتراب وبعده، حينما يكون الكوكب قريبا وبعيدا. ومن خلال تلسكوب قطره يتراوح بين ٦ إلى ١٠ بوصة يمكن متابعة ورؤية هذه الملامح لمدة من ١٢ إلى ١٤ أسبوعا قبل الاقتراب وبعده. وفي وقت الاقتراب يمكن بهذه الأقطار التلسكوبية رؤية السحب الصغيرة والملامح الداكنة أكثر مما يستطيعه تلسكوب ٤ بوصة. وبها كذلك يمكن متابعة تقدم وتقهقر الأغطية القطبية بتفاصيلها الدقيقة، والتأكد من عدم انتظامية حدودها المحيطية. وتستطيع أيضا أن تشاهد التغيرات في شكل وامتداد معالم سطح المريخ التي تحدث بعد العواصف الترابية الكبيرة.

أما التلسكوب ١٢ بوصة أو أكثر يمكن أن يجعل رؤية أي معلم أسهل، بالإضافة إلى أنه يزيد من نوعية هذه الأرصاد. وبه يمكن رصد التغيرات الدقيقة في لون المعالم السطحية والسحب. ولعل أهم الإضافات التي يمكن أن تحققها التلسكوبات الكبيرة هي الحصول على سلسلة من الصور الفوتوغرافية الملونة أو الـ " أبيض- أسود " لمعالم الكوكب الأحمر الغريبة.

١٥- رؤية معالم المريخ

يعتبر المريخ الكوكب الوحيد الأقرب شبها من الأرض. ففيه طقس متغير دائما، وفيه ذوبان فصلي للأغطية القطبية الثلجية والسحب والعواصف الترابية المترامية على مدى فصوله الأربعة. وكل هذه الظواهر محط أنظار راصدي المريخ.

ولكي نتعرف على الملامح الموجودة على قرص المريخ، يجب أن نتعرف على العلامات والملامح الثابتة أو التي تتغير في حدود صغيرة وببطء. وهذه الملامح هي التي تصلح كعلامات مرجعية. ويمكن تسجيل تغير هذه الملامح خلال الشهور الأربعة السابقة لاقتراب الكوكب من الأرض، مثل السحب والعواصف الترابية، وتناقص الغطاء الجليدي بواسطة عين ماهرة مدربة.

لقد استطاع الفلكيون رسم خرائط للكوكب الأحمر بخطوط طول وعرض، مثلما على الأرض تماما. إلا أن خطوط الطول للمريخ تتراوح بين ٠ و٣٦٠°، بينما للأرض تتراوح بين ٠ و١٨٠° شرقا وبين ٠ و١٨٠° غربا من مدينة جرينيتش بانجلترا. والأمر بالنسبة للمريخ أسهل في الفهم حيث يعبر خط الزوال المركزي للمريخ مركز قرصه المرئي.

ولمعرفة المعالم المريخية نحتاج النظر إلى خط الزوال المركزي المريخي، الذي يواجه الأرض في يوم معين، في ساعة معينة، ثم نقارنها بخرائط المريخ التي تحوي تضاريسه ومعالمه، لنتعرف على الملمح الذي نبحث عنه في سطح الكوكب العجيب.

يسمي علماء الفضاء اليوم المريخي " سول " Sol أو إله الشمس عند

الرومـان. وهو يوم أطـول قليـلا من اليـوم الأرضي، أي أن المريخ يدور حـول نفسـه ٣٥١ درجة في خطوط الطـول كل ٢٤ سـاعـة. وبالتـالي إذا رصـد المريخ بالتلسكـوب في نفس الوقت كل ليلة فسـوف تدور مـلامح سطحه حـوالي ١٠ درجات أقل بعدا عن الجانب المرئي من الكوكب.

والنتيجة النهائية، أن كل راصد يستطيع أن يرسم المعالم أفضل كل ٣٩ يوما. وإذا كـان لدى راصد تلسكوب جيد فإنه يستطيع أن يجري أرصادا جيدة ذات قيـمة كبيرة للكوكب الأحـمر. ولكن عليه أن يتعلم كيفية استخدام التقنيات الجديدة في القياس والتسجيل، حتى يمكن مقارنة أرصـاده مع أرصاد الآخرين في جميع أنحاء العـالم. ويجب أن تكون بصريات التلسكوب جيدة دقيقة الصنع والأبعـاد، وأن تكون نظيفة حتى تحقق أعلى تبـاين. ويجب أن يكون الرصد من منطقة مفتوحة الأفق خضراء من وفرة النباتات فيها، بعيدة عن الأسفلت، الذي يمتص حرارة النهار ويشعها بالليل، مما يسبب اضطرابا أو " رؤية رديئة " . ولا تؤثر أضواء المدينة على أرصاد الكواكب بصفة عامة. لذا يمكن رصد المريخ من القاهرة أو مكة أو باريس أو حتى نيويورك، ولكن يجب أن تتوافق درجة الحرارة داخل قبة التلسكوب مع درجة الحرارة خارجه قبل إجراء أي محاولة رصدية جادة، وأن يكون العمل متقنا بخبرة ودراية.

وسـوف يحتاج الراصد إلى عينيات مختلفة ذات نوعية جيدة ، وليس بالضرورة أن تكون غـالية الثمن. وأنسب نوع يحقق هذه الشروط هو نوع " أرثوسكوبيك " Orthoscopics أو بلوسـيلز Plossels. ومما لاشك فيه أن المرشحات الضوئية إذا استخدمت تساعد بشكل كبير في إظهار التباين بين

المساحات ذات الألوان المختلفة. وتسمح للراصد بفصل السحب عن المستويات المختلفة من الغلاف الجوي الكوكبي، وتقلل تشتت الضوء في الصور فائقة الإستضاءة. إلى جانب أن المرشحات الضوئية تزيد من حدة التفاصيل السطحية وتضاريس السحب المختلفة.

فالمرشح الأصفر مثلا يزيد بريق الصحاري المريخية ذات اللون الأكسيدي Ocherوذات الملامح البنية المخضوضرة. والمرشح البرتقالي يزيد التباين بين الملامح المضيئة والمظلمة، ويخترق غمام الغلاف الجوي ويساعد على رؤية السحب الترابية الصفراء. أما المرشح الأحمر فيذهب أبعد من ذلك، محققا أقصى تباين لمعالم السطح، ويساعد على رؤية السحب الترابية.

أما المرشح الأخضر والمرشح الأزرق والمرشح الأخضر فتضيئ الملامح الغلافية الجوية بينما تعمل على تعتم السطح. وتذهب المرشحات البنفسجية إلى أبعد من ذلك، فتبين حالة الغمام على حافة الكوكب والسحب الإستوائية الصغيرة، والسحب الواقعة على القطبين شكل (٥).

إن استخدام المرشحات بعناية ودقة يساعد على رؤية أكثر مما يمكن رؤيته بأي طريقة أخرى. ويمكن شراء هذه المرشحات الزجاجية من شركات البصريات الفلكية. ويمكن الحصول على مرشحات جيلاتينية من محلات بيع أدوات ومعدات التصوير الفوتوغرافي. ويراعى في ذلك أن تحتوي منظومة المرشحات على كل الألوان المشار إليها من قبل.

١٦- كيف ترسم سطح المريخ

يستنكف بعض الراصدين المتمرسين على رصد المريخ من رسمه يدويا. لذا لم يحاولوا رسم أي سطح لأي كوكب، رغم أن رسم سطح أي كوكب ليس بالأمر الصعب، ولا يحتاج إلى فن دقيق، ولكن يحتاج لعناية ودأب، وتتبع لكل ما يرى من خلال التلسكوب. ومن عجب أن يتساوى الرسم المتقن في الأهمية مع الرسم المعيب. لأن هناك حاجة ماسة لكل منهما. لذا لا يجب أن تقف عدم قدرة الراصد على الرسم الجيد حائلا دون إتمام هذه المهمة.

ويستخدم في عمليات الرسم والتخطيط الكروت الكرتونية المقواة. ومن الضروري أن تحتوي الرسوم على كل المعلومات الأساسية. وتتميز هذه الكروت بسهولة استعمالها، عند الرسم وأثناء حملها في الجيب، أو تخزينها تبعا لترتيبها التاريخي في ملفات. وينصح باستخدام كروت مقاس ٣ سم × ٥ سم أو ٤ سم × ٦ سم.

و لتبسيط عملية مقارنة وقياس الإسكتشات المرسومة لعدة راصدين يفضل استخدام كارت مربع، يتسع رسم دائرة قطرها ٦٨ مم بداخله، لأن قطر المريخ يبلغ ٦٧٥٨ كم، وبذلك يكون مقياس رسم الصورة مم واحد لكل ١٠٠ كم.

يبدأ اسكتش مخطط سطح المريخ برسم دائرة قطرها ٦٨ مم. ثم يتم رسم الكوكب في نفس طوره الظاهر للعين من خلال التلسكوب. ويبدأ التخطيط برسم الغطاءين القطبين إذا كانا مرئيين، مع إيضاح مدى قربهما من خط الإستواء. مع الأخذ في الإعتبار أن يكون اتجاه الجنوب إلى أعلى الرسم. وبعد

ذلك يتم اختيار معلم ثابت. ثم ترسم المعالم الرئيسية بخطوط تقريبية خفيفة. ثم تظلل مساحات المعالم السطحية بالقلم الرصاص الأسود، مع إظهار درجات إظلام هذه المعالم. هذه المرحلة لن تستغرق أكثر من ١٠ إلى ١٥ دقيقة. ويراعى ألا تستغرق أكثر من ذلك، حتى لا يؤثر دوران المريخ على الرسم فيفسده، لأن المريخ يدور ١٤,٦٢ درجة كل ساعة. ثم يستكمل الإسكتش بعد ذلك بإضافة التفاصيل الدقيقة والمعالم السحابية المختلفة.

ولن يكون الهدف بالطبع الحصول على رسم جميل، ولكن الهدف هو الحصول على معالم وتفاصيل الكوكب المرئية. ويمكن رسم السحب بخطوط متقطعة، وتوضح البقع اللامعة بخطوط متقطعة مع شرائط سميكة إلى حد ما. ولابد من تسجيل أي شيئ يمكن رؤيته، أو حتى يمكن تخمين رؤيته، ولا يجب نسيان اللون طبعا، وتسجيل مستوى رؤية السحب والملامح السطحية، سواء كان ذلك بمرشح أو بدونه، ويدون اسم المرشح، وكذا مدى لمعان هذه المعالم من خلاله، وأوقات الرصد.

تتطلب عملية الرصد صبرا متميزا، حتى يمكن اكتساب الخبرة التي تتيح الحصول على أرصاد جيدة في زمن قياسي، خصوصا في وجود ظروف جوية مناسبة، تبدو فيها الملامح السطحية جذابة وساحرة، نظرا لاعتمادها على غلاف الأرض الجوي، خصوصا في أوقات الاقترابات من الأرض. وينصح الفلكيون المحترفون بعمل بروفات لرصد المريخ، والتدريب على صنع عدد من المخططات والإسكتشات قبل حدوث أي اقتراب، حتى يتسنى التأكد من صلاحية الأجهزة وهيأتها للرصد الضروري أثناء الاقتراب، الذي يعد فرصة

حقيقية للتعرف الفعلي على ملامح المريخ عن كثب. ويمكن عن طريقها أيضا ملاحظة الفروق في شكل السحب الفصلية، أو التغير في شكل وحجم الطاقيتين الثلجيتين.

١٧- تصوير الكوكب الأحمر

المريخ جسم يعلوه الصدأ، إلا أنه عالم ديناميكي متغير. ويبدو هذا التغير من خلال غلاف جوي دائم التغير، وطاقيتين قطبيتين متزايدتين متناقصتين، ومعالم متغايرة الإنعكاسية، وعواصف ترابية فصلية. ولابد لراصدي الكوكب الأحمر من تسجيل كل التغيرات التي يشاهدونها، سواء كان ذلك في فترة اقتراب أو في غيرها. ولأن الحجم الظاهري للكوكب صغير فإن تسجيل التفاصيل يتطلب تكبيرا مناسبا، لتشكل الصورة انعكاسا للإضطرابات والتقلبات في جو الأرض، وفي جو المريخ في نفس الوقت. لذا تعتبر الأرصاد البصرية بالعين المجردة للمريخ ذات أهمية كبيرة، لأن العين تستطيع رؤية التفاصيل خلال لحظات قليلة من ثبات الجو (ظروف رؤية جيدة Good seeing conditions)، ولا يتطلب التصوير الفوتوغرافي زمنا أكثر من ثوان قليلة. ومن هنا ظهرت أهمية التقنيات الحديثة في التصوير الرقمي، الذي يتيح الحصول على صور للمريخ تفوق ما تراه العين المجردة عدة مرات.

تتميز طريقة التسجيل بالصور الرقمية في أنها تعطي نتائج معقولة مع صور أصغر حجما منها في حالة التصوير الفوتوغرافي، وهذا يعني تقليل زمن التعرض (Exposure time)، وبالتالي تقليل المؤثرات المعاكسة من غلافنا الجوي. وفي نفس الوقت تكون الصورة قابلة للتكبير دون المساس بنوعيتها.

ويعتمد مقاس الصورة على البعد البؤري المؤثر للتلسكوب Effective focal length (EFL). فالتلسكوب ذو الشيئية ٨ بوصة و F/10 ينتج نفس الصورة التي ينتجها التلسكوب ذو الشيئية ٢٠ بوصة وF/4، لأن البعد البؤري المؤثر في كلا الحالتين هو ٨٠ بوصة. فإذا كان القطر الظاهري للمريخ ٢٠ ثانية قوسية فإن قطره الخطي ينتج من ضرب حجمه الظاهري في بعده البؤري المؤثر ثم يقسم الناتج على ٢٠٦٢٦٥ كما يلي:

$$\frac{٢٠ \times ٨٠}{٢٠٦٢٦٥} = ٠,٠٠٨ = ٠,٠٢ \text{ سم}$$

وهذا هو حجم الصورة في البؤرة الرئيسية للتلسكوب. فكيف يمكن زيادة حجم الصورة ؟.

الطريقة الأولى: أن ترهن بيتك أو تبيعه، لتشتري تلسكوبا أكبر في بعده البؤري المؤثر. والطريقة الثانية: وهي أسهل وأقل تكلفة، وهي زيادة البعد البؤري المؤثر، باستخدام بعض أنواع نظم الإسقاط. والمعروف أن زمن التعريض يتناسب عكسيا مع مربع النسبة البؤرية. ولهذا يحقق الجهاز ذو البعد البؤري الأكبر الغرض. وكمثال، لكي نحصل على صورة لها نفس اللمعان، يتطلب التلسكوب ٨ً و f/10 زمن تعريض أطول ٦,٢٥ مرة من التلسكوب ٢٠ً و f/4 . وهي ميزة حقيقية للتلسكوبات ذات البعد البؤري القصير.

١٨- رصد قمري المريخ فوبوس وديموس

قمرا المريخ غير منتظمي الشكل، كما يبينهما شكل (٣٦). ويختلف

القمران في شكليهما، حيث تتواجد فوهات هشة على فوبوس، تبدو ذات ملامح مميزة، أما دايموس فيبدو ذا ملامح أكثر نعومة، وفوهاته أكثر رقة. وليس لهذا التفاوت في الشكل بين القمرين سبب معروف، لذا يعتبر رصد قمري المريخ تحديا رصديا صعبا، لأن قمري المريخ صغيران وخافتان. ويبلغ لمعان أصغرهما وهو القمر فوبوس ١١ قدرا نجميا. (ازدياد الرقم الدال على القدر النجمي يعني الأخفت والعين المجردة السليمة ترى حتى القدر النجمي السادس. ويبلغ لمعان الشمس- ٢٦ قدرا نجميا والقمر- ١٣ قدرا نجميا وتبلغ الزهرة - ٤ قدرا نجميا). أما القمر دايموس فأخفت من ذلك بكثير. ولا تتسبب الأجسام التي على هذا القدر من اللمعان أي مشاكل في رصدها باستخدام بعض التلسكوبات المتوسطة ذات البصريات الجيدة. ويبلغ لمعان المريخ -٣ أثناء الاقتراب، متفوقا على لمعان القمر فوبوس ٤٠٠٠ مرة، ومليون مرة ألمع من دايموس، ورغم ذلك فإن دايموس أسهل من فوبوس في رصده بسبب الإنحراف الزاوي الكبير بينه وبين المريخ.

وعند محاولة رصد فوبوس أو دايموس، يجب إخراج كوكب المريخ من مجال الرؤية، حتى لا يحول لمعان المريخ دون رؤية القمرين الخافتين في مجال رؤية العينية. فرؤيتهما تتطلب إما إخراج المريخ من مجال الرؤية أو يحجب المريخ باستخدام قضيب رفيع. وقد يستخدم خبراء الراصدين نجمين قريبين من المريخ مشابهين لقمريه في اللمعان.

١٩- خصائص قمري المريخ الفزيائية

يتكون القمران من صخور غنية بالكربون مثل الكويكبات من طراز c.

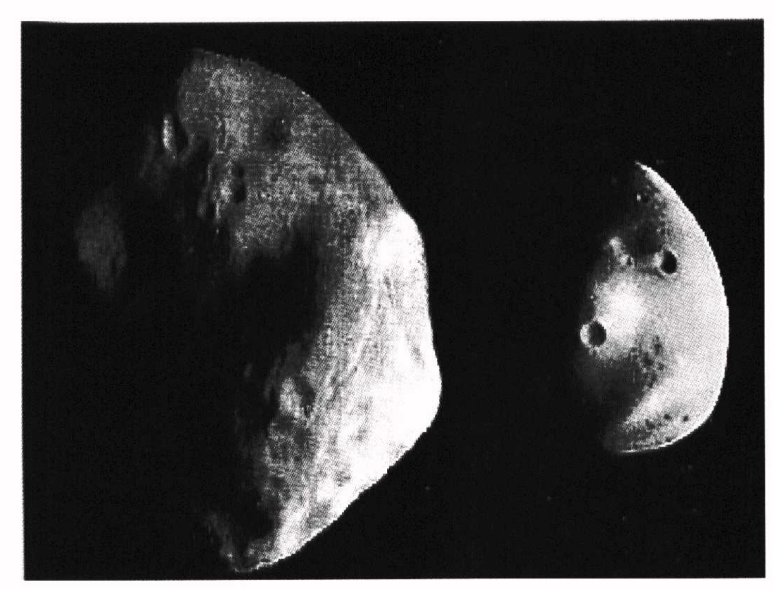
وهما غنيان أيضا بالثلج، ومفوهان بشدة، ولكن كثافتيهما منخفضة. وربما يمكن اعتبارهما من الكويكبات التي قلقلها المشتري بعيدا عن مداراتها، فأسر منها المريخ اثنين ودارا حوله. وهناك بعض الأدلة على أنهما من أصل خارج عن المجموعة الشمسية أكثر من كونهما يرجعان إلى حزام الكويكبات. وقد يصلحان في يوم من الأيام كمحطات فضاء ثابتة أو كمرحلة وسطية للإنطلاق من وإلى المريخ أو إلى كواكب أو أقمار أخرى، خصوصا إذا ثبت وجود الثلج فيهما.

١ – القمر دايموس : Diemos

هو أصغر أقمار المجموعة الشمسية. وهو أبعد القمرين عن المريخ. ويتلخص مايعرف عنه فيما يلي:

* بعده عن المريخ ٢٣٤٥٩ كم
* متوسط قطره ١٢,٩ كم
* شكله غير منتظم وأبعاده ١٥ كم × ١٢,٢ كم × ١١ كم
* كتلته ٥١٥٨٥ طن
* زمن دورته حول المريخ١,٣ يوما

وكلمة دايموس تعني عند الإغريق الرعب. وفي الأساطير الإغريقية القديمة يعتبر دايموس إله الحرب. وقد اكتشفه الفلكي عساف هول Asaph Hall في ١٠ أغسطس عام ١٨٧٧ .



شكل (٣٦) قمرا المريخ فوبوس (إلى اليسار) دايموس (إلى اليمين)

٢ -القمر فوبوس: Phobos

هو القمر الداخلي للمريخ. وهو أقرب أقمار المجموعة الشمسية إلى كوكبه، ويعتبر ضمن أصغر أقمار المجموعة الشمسية. وتتلخص المعلومات المعروفة عنه فيما يلي:

* بعده عن مركز المريخ ٩٣٧٨كم
* متوسط قطره ٢٢,٢ كم
* أبعاده ٢٧ كم × ٢١,٦ كم × ١٨,٨ كم
* كتلته ٩٧٢٣٥ طن

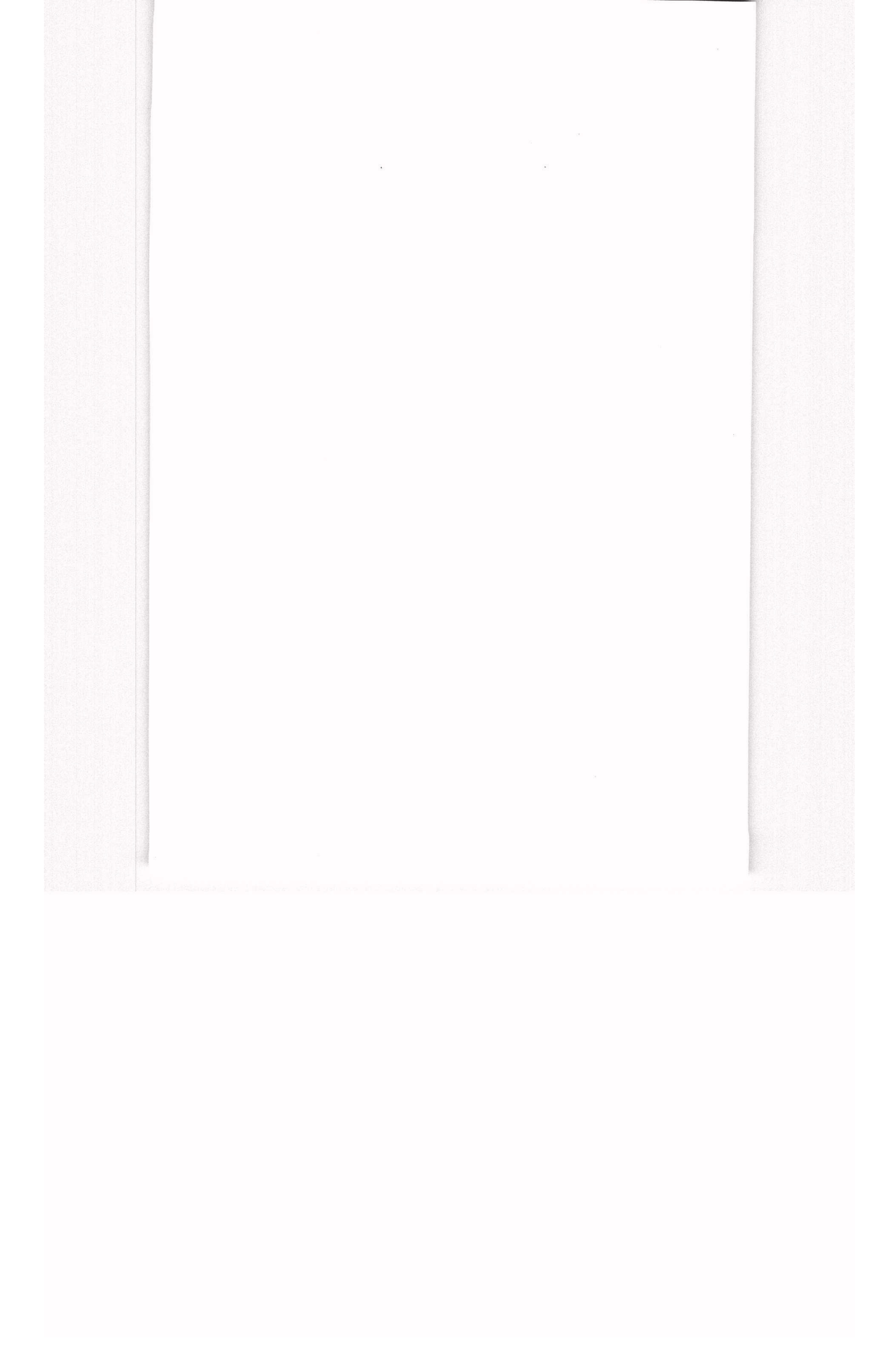
* زمن دورته حول المريخ ٧,٦ ساعة
* اكتشفه الفلكي عساف هول أيضافي ١٢ أغسطس سنة ١٨٧٧ .

وفي الأساطير الإغريقية القديمة يعتبر فوبوس أو الخوف ابنا من أبناء آرس Ares إله الحرب وإفروديت فينوس (الزهرة) آلهة الجمال.

وقد صورته مارينر ٩ عام ١٩٧١، وصورته فايكنج -١ في ١٩٧٧ . يدور القمر فوبوس حول المريخ تحت مستوى نصف قطر المدار التزامني، لذلك يشرق من الغرب، ويتحرك بسرعة عبر السماء، ويغرب من الشرق مرتين يوميا في العادة. ويكون قريبا من السطح، لدرجة عدم رؤيته فوق الأفق من جميع النقاط على سطح المريخ. ويهبط ارتفاع مداره الجذري التزامني بمعدل متكرر ١,٨ مترا كل قرن. وفي مدى ٥٠ مليون سنة، إما أن يرتطم بالمريخ، أو أن يدور حوله في حلقات. وهذا هو التأثير العكسي للعوامل التي تعمل على زيادة ارتفاع مداره. وقد صورت سفينة الفضاء السوفييتية " فوبوس ٢ بروزا غازيا ثابتا خافتا من هذا القمر، ولكن السفينة خمدت قبل أن تحدد طبيعة هذه المادة المنطلقة منه، ومن أهم ملامح فوبوس الفوهة الكبيرة المعروفة باسم ستيكني Stickneyنسبة لإسم عائلة زوجة هول قبل أن تتزوج. وهذه الفوهة تشبة فوهة ميماس وفوهة هرتشل على القمر، ولكن بمقياس أقل.

ومازالت الأسئلة العلمية الهامة عن الكوكب الأحمر وقمريه بلا إجابة. وربما يستطيع بعض المتحمسين لهذا الكوكب كشف طلاسم أسراره فيما بعد.

الباب الرابـع
السفر إلى المريخ



السفر إلى المريخ

يمثل السفر إلى المريخ للإنسان أملا طموحا يرضي به غروره، ويحقق فيه ذاته، ويحل له كثيرا من الأزمات التي تقابله على سطح الأرض، وتغنيه عن اللجوء إلى القمر الذي يحتاج العيش فيه إلى كثير من الاحتياطات، التي ربما يتكلف تحقيقها مبالغ أكثر من تكاليف فرق المسافة من الأرض إلى المريخ ومن الأرض إلى القمر. ولنستعرض معا محاولات الإنسان في سبيل تحقيق هذا المطلب العزيز.

١- أهم سفن الفضاء التي أطلقت إلى المريخ

- سلسلة سفن مارينر إلى المريخ

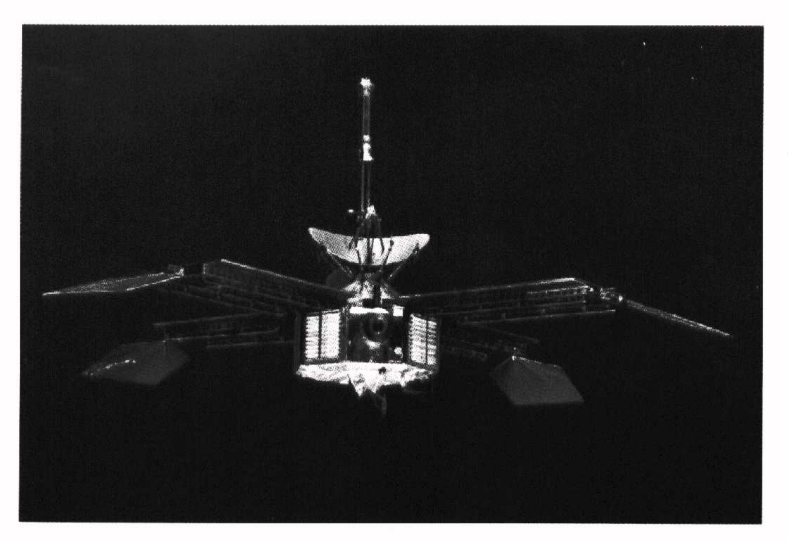
بعدما تطورت صناعة الصواريخ في الستينيات وآليات السفر إلى الفضاء بعد ذلك، أصبحت الإجابة على سؤال: هل المريخ كوكب ميت أم كوكب حي؟ ممكنة. وكانت أول رحلة فضاء ناجحة في الوصول إلى المريخ هي مارينر ٤ شكل (٣٧)، التي طارت إلى ارتفاع ٢٠ كم من سطحه في ١٥ يولية ١٩٦٥. والتقطت ٢٢ صورة لمناطق تغير الظلمة في نصف الكرة الجنوبي للمريخ.

ولقد عقدت الدهشة ألسنة الجميع حينما أوضحت الصور كوكبا ميتا شبيها بالقمر، مكتظا بالفوهات. وقد كشفت بيانات مارينر ٤ الجوية بيئة باردة، وغلافا جويا أقل كثافة مما كان متوقعا، مما يدل على استحالة حياة أخرى متحضرة. وهذا يعني أن القنوات التي رآها تشيباريللي من قبل ما هي إلا خداع بصري.

وبعد أربع سنوات من ذلك، وبعد أربع أسابيع فقط من هبوط أول إنسان على سطح القمر في ١٩/ ٢٠ يولية ١٩٦٩، تم الاقتراب من سطح المريخ مرتين بسفينتي مارينر ٦ ومارينر ٧ شكل (٣٨)، مما أكد هذا الإستنتاج السابق. ومن خلال مائتي صورة التقطتهما السفينتان لنفس المنطقة الجنوبية المظلمة ما يزال العلماء يأملون في احتوائها على خضار سطحي، رغم أنها تشبه سطح القمر في خشونتها.

وتوصل العلماء من رحلات مارينر الثلاثة أن المريخ، بكل أسف كوكب ميت، دون دليل واحد على الحياة فيه، وأن المريخ لم يمر بالطور الأرضي التي وجدت فيه محيطات أساسية، كما هو الحال بالنسبة للأرض. لم يكن بعد إطلاق مارينر ٧ قد تم تصوير سوى ١٠ ٪ من نصف الكرة الجنوبية للمريخ. وحتى تستكمل الولايات المتحدة المسح الكلي له، أطلقت مارينر ٩ في ٣٠ مايو ١٩٧١ شكل (٣٩)، لتكون أول تابع صناعي للمريخ.

ولم تكن هذه هي الأعجوبة الوحيدة التي أوضحتها مارينر، بل بينت قنوات متفرقة تشبه وديان الأنهار التي على سطح الأرض. ومع أن المريخ يبدو بلا مياه سطحية، فإن جيولوجيا طبقاته تنم على أن الماء السائل قد تواجد أحيانا



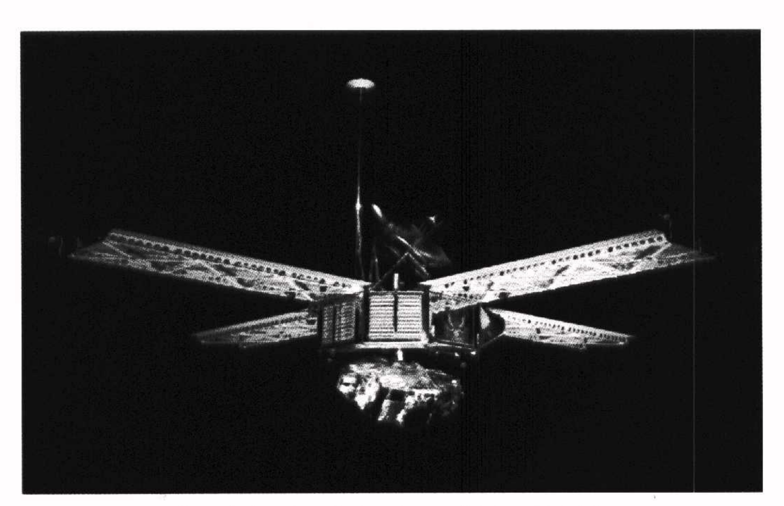
شكل (٣٧) - سفينة الفضاء مارينر ٤

في ماضيه السحيق. وفي واقع الأمر، نجد أن نصف كرة المريخ الشمالية ناعم بلا ملامح، منخفض في مستواه عن النصف الجنوبي، ذي الفوهات. وهذه الحقائق تدل على وجود محيط كبير ذات يوم من أيام الماضي السحيق.

وبعد رحلة خمسة أشهر ونصف تجاه المريخ، دارت مارينر ٩ حول المريخ في ١٤ نوفمبر ١٩٧١، وبينت أن السحب الصفراء التي سجلتها التلسكوبات الأرضية في خطوط العرض الجنوبية كانت في الواقع عاصفة ترابية تحيط بالكوكب كله لتحجب سطحه بالتذبذب قربا وبعدا. وتوفيرا للطاقة تم وقف عمل الأجهزة حتى انتهت العاصفة في منتصف ديسمبر، وأعيد عمل الكاميرات، ورغم ذلك لم تستطع التقاط شيء.

وفي البداية أبدى العلماء دهشتهم حينما رأوا ٤ براكين عملاقة تطل من

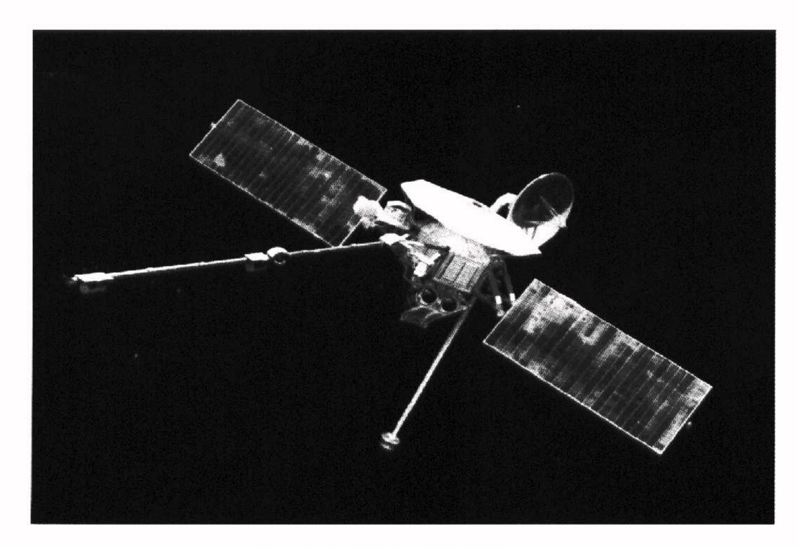
خـلال السـحـاب، أولهـا لا يشـبـه البـراكـين الأرضـيـة، وأطـولـهـا هـو أولمبس مـونز Olympus Mons شكل (١٣) ويبـلغ ارتفـاعـه ٢٧,٤ كـم، أي أعلى ثلاث مرات من قمة جبل إفرست . ثم سجلت مارينر ٩ أخدودا كبيرا في شرق هذه البراكين، كـان يبـدو أشـبـه بخندق مطـمـوس، يمتـد ٤٠٠٠ كـم بعـرض ٦٤٤ كـم ويعـرف بـاسم فـاليس مـاريناريز Valles Marineris ويقع ضـمن نـطاق القنوات التي تخيلها تشيباريللي.



شكل (٣٨)- سفينة الفضاء مارينر ٦ و٧ وهما متشابهتان في التصميم

- سفن الفضاء فايكنج

تكونت مركـبات الفـضـاء فـايكنج مـن أربع سـفن، إثنتـان منهـا هابطتـان، Lander وإثنتـان منها مـداريتان .Orbiterقـامت الهابطتـان بعـمل مسح تصـويري



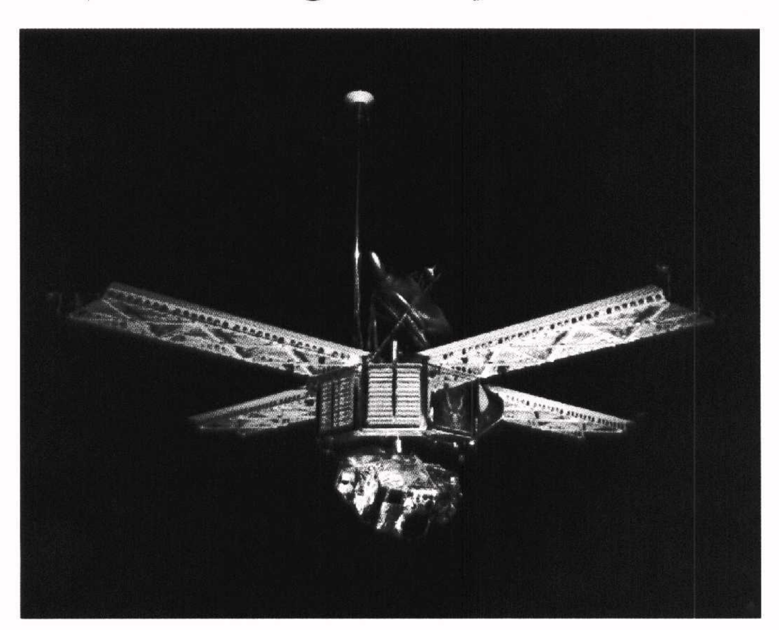
شكل (٣٩) سفينة الفضاء مارينر ٩

دقيق لسطح المريخ، بقوة تفريق عالية، أكثر من مارينر ٩، بهدف البحث عن برهان بين عن الحياة، والمواد العضوية، باستخدام كاميرا تليفزيونية، وذراع آلية(روبوتية) لالتقاط عينات سطحية، ضرورية لإجراء ثلاث تجارب منفصلة.

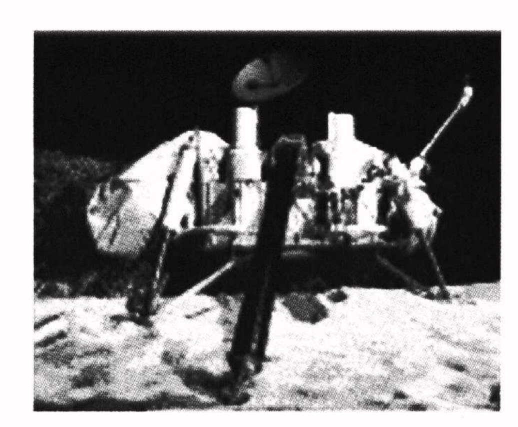
ورغم كثرة عينات الاختبار التي أخذتها الهابطتين فيما بعد، فقد تحير العلماء لعدم تسجيل أي مواد عضوية، رغم أن نتاج التجارب أسفر عن وجود كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، الذي أوحى للبعض بإمكانية وجود الحياة. واعتقد آخرون في استحالة وجود حياة على سطح المريخ وفي تربته. وإن كانت التجربة التي أجريت على تربة مبللة بالماء أثبتت إمكانية تكاثر البكتيريا فيها.

وبعد هذه النتيجة المحبطة لفايكنج إنصرم الأمل في استكشاف المريخ. وعلى مدى ١٧ عاما تالية لم تنطلق أي بعثات إلى هذا السطح القريب البعيد. إلا أنه، وببطئ شديد، اشتعل الإهتمام بالمريخ مرة أخرى، بسبب الأسئلة الكثيرة التي تراكمت وليس لها إجابات عن جيولوجيا المريخ التي كشفت عنها كل من سفن مارينر وفايكنج.

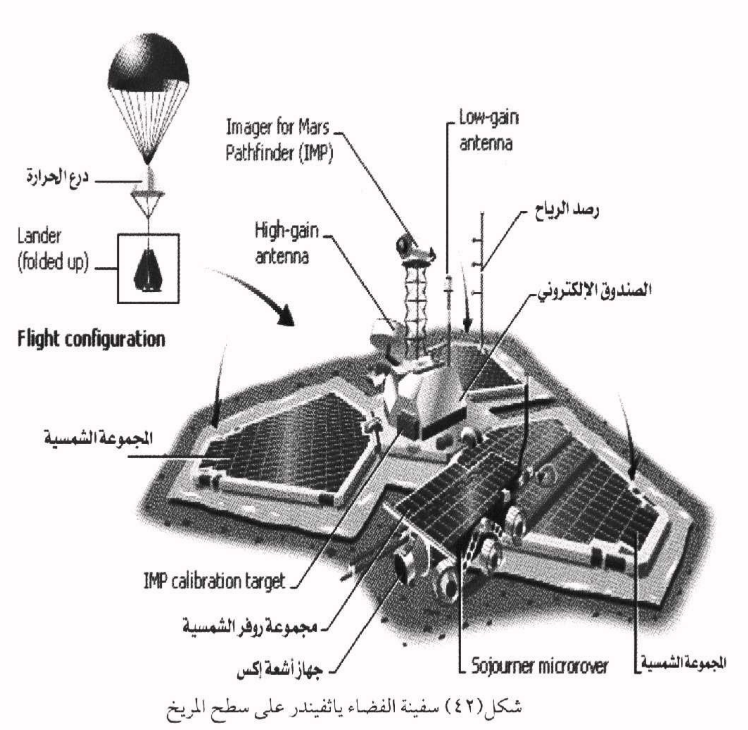
ومن ناحية أخرى كانت تجارب فايكنج غامضة، مما أثار لدى العديد من العلماء أسئلة أخرى عن ماضي الحياة على المريخ، وهل مازالت قائمة أم لا ؟.



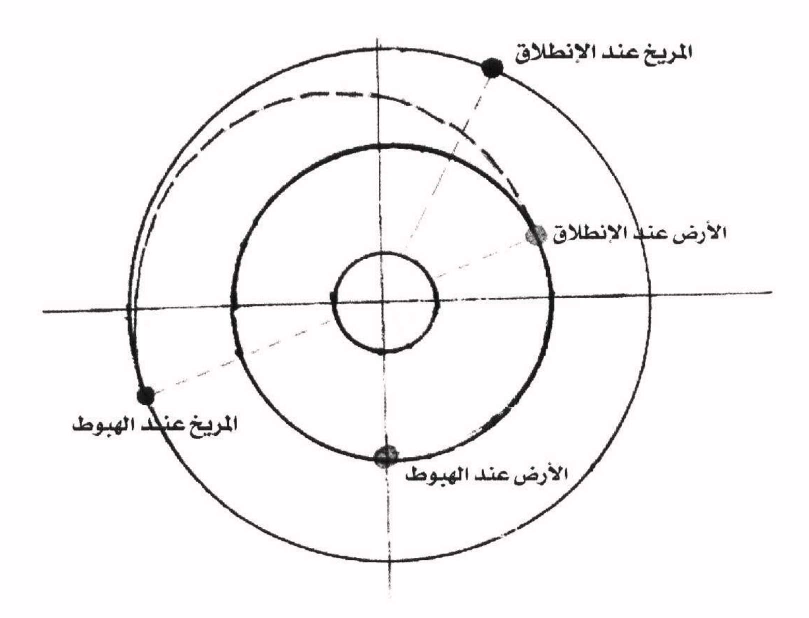
شكل (٤٠) سفينة الفضاء مارينر ١٠



شكل(٤١)
سفينة الفضاء
فايكنج على
سطح المريخ



شكل(٤٢) سفينة الفضاء پاثفيندر على سطح المريخ



شكل (٤٣) رسم تخطيطي لمسار سفينة الفضاء باث فايندر

- محاولات . . . . بين الجدة والقصور الذاتي

في عام ١٩٩٢ تم إرسال سفينة "راصد المريخ" أو مارس أوبزيرفر Mars Observer وتكلفت حوالي بليون دولار، وكانت تحمل سبع مجسات مختلفة بهدف الإجابة على كل التساؤلات التي كانت مسيطرة على العاملين في حقل استكشاف المريخ. وللأسف الشديد، جاءت مارس أوبزيرفر مخيبة للآمال، مضيِّعة للأموال، حيث فقد الاتصال بها قبل أن تدخل مدار المريخ بثلاثة أيام. وحتى الآن لم يعرف أحد السبب الذي أدى إلى فقدها. ويعتبر المهندسون أن نفاذ الوقود كان السبب في عدم السيطرة على السفينة.

تسبب هذا الفشل المكلف- وهو لأول مرة من نوعه خلال ٢٠ عاما من البرامج الكوكبية- في عجز مالي لوكالة ناسا. لذلك صار الشعار الجديد في إطلاق البعثات الكوكبية "أسرع، أفضل، أرخص". ولم تعد وكالة ناسا تضع كل بيض أبحاثها في سلة بعثة علمية واحدة. وتقرر توزيع أبحاث المريخ المستقبلية على عدة بعثات علمية صغيرة.

وقد أثبتت بعثات الاقتراب المتعددة نجاحا أكثر. وخلال الأعوام من ١٩٩٧ حتى ١٩٩٩ تم ارسال ٤ بعثات علمية :

- باث فايندر Pathfinder
- مارس جلوبال سيرفيور Mars Global Surveyor
- مارس بولار لاندر Mars Polar Lander
- مارس كلايمنت المدارية Mars Clement Orbiter

وهذه البعثات الأربعة تكلفت ما تكلفته تقريبا رحلة مارس أوبزيرفر الفاشلة، رغم فشل اثنين منهما فشلا ذريعا. ولقد حققت نسبة الـ ٥٠٪ في نجاح البعثات الأربعة نسبة نجاح ١٠٠ ٪ في البيانات التي حصلت عليها السفينتان الأخريان. بالإضافة إلى ما تعلمه مهندسو ومصممو البعثات من خلال النجاح والفشل. ومن ثم تقرر إعادة تقييم البرنامج، والتركيز على تحقيق عودة مصغرة لبعثات المريخ قبل عام ٢٠٠٥، وتقرر كذلك تغيير القيادات، فبدأت القيادات الجديدة في التخطيط من جديد، بأسلوب مختلف.

ويقول هابارد Hubbard المدير الجديد للبرنامج " عليك أن تسمع لكل فرد ولا تقحم أي شخص له وجهة نظر مخالفة. ويقول جارفن Garvin عالم

برنامج المريخ، والذي غير أهداف البرنامج العلمي للمشروع "نحن حقيقة.. حقيقة متغطرسون، حينما كنا نفكر أننا كنا مجرد ذاهبين لأخذ صور وإحضار عينات قليلة، نكشف بهاعن كل المبهمات في المريخ " . وفي هذه العبارة ما فيه الكفاية لفهم الإتجاه الجديد للقيادة الجديدة.

- باثفايندر Pathfinder

تاريخ الإطــلاق: ٤ ديسمبر ١٩٩٦ الساعة ٨:٥٥ بتوقيت القاهرة.

الوصول إلى المريخ: ٤ يولية ١٩٩٧ الساعة ١٨:٥٧ بتوقيت القاهرة.

نوع الصاروخ والمركبة: دلتا اا Delta II ذو المراحل الأربعة، استمرت مرحلته الأولى ٤ دقائق و٢٤ ثانية. واستمرت المرحلة الثانية٦ دقائق و٤٤ ثانية، بعدها وضعت السفينة في مدار أرض منخفض على ارتفاع ١٩١ كم.

الكتلــــــــة: ٢٦٤ كجم للسفينة الهابطة Lander

كتلة عربة السيــر: ١٠٥ كجم وتحمل اسم «حقيقة سوجورنر» Sojourner Truth. والمعروف أن اسم عربة السير هذه قد تم اختياره في مسابقة بين تلاميذ المدارس، حيث قدمت المقالة الفائزة من بين ٣٥٠٠ مقالة، اقتراحا بتسميتها سوجنر إحياء لذكرى الفنان التشكيلي سوجنر الذي عاش في عصر الحرب المدنية، كبطل من أبطال حقوق المرأة، وبطل من أبطال إلغاء الرق. وكان سوجنر يسافر في كل مكان للدفاع عن كل البشر في أن يكونوا أحرارا، وأن يكون للمرأة الحق في المشاركة في المجتمع بالكامل. وأن كان اسم سوجنر يعني المسافر.

تحمل باثفايندر أجهزة علمية وكاميرات وعربة جوالة بلا سائق لأول مرة. مرقت الهابطة في جو المريخ بطلاقة وبسرعة انطلاقها في الفضاء، أي بسرعة ٢٥٠٠٠ كم/ ساعة. وتباطأت قبل الهبوط باستخدام مظلة (براشوط) يحتك بجزيئات الغلاف الجوي. ثم أطلقت مخدات هوائية على جوانبها، لتهبط على سطح المريخ وتستقر في منطقة إيرس فاليس Ares Vallis. و بعد الساعة الثانية من صباح اليوم التالي بقليل برزت الشمس فوق أفق المريخ فنشطت الخلايا الشمسية لتمكن الكاميرا ذات زاوية الرؤية الموسعة Stereoscopic من العمل لتلتقط الصور الأولى للبيئة الجديدة. وبعد تمهيد الأرض حول المركبة، أصدر في الحال فريق العمل والتحكم في معمل الدفع النفاث أمرا بهبوط عربة السير «سوجورنر ترث» من السفينة الأم لتبدأ كشف ودراسة الصخور والتربة، وتحديد نوعية جيولوجية المريخ لمدة عام كامل.

ومع بداية الساعة الرابعة توالت السفينة الهابطة في إرسال صور يومية عن المريخ. وبدأ معمل الدفع النفاث في تحديث البيانات وتجديد الصور والمناظر لجارنا الغامض لأول مرة منذ ٢٠ عاما. وبناء على ذلك تم تحديث الصورة القديمة للطقس بمجرد ورود تقارير يومية عنه.

وتعتبر باثفايندر الهابطة أول سفينة تهبط قريبا من حافة الغطاء القطبي الجنوبي. وامتدت يد الروبوت (الإنسان الآلي) لتحفر تحت سطح أرضية المريخ بمسبارين دقيقين لتفتيت التربة لمدى متر واحد، لاختبار وجود الماء فيها. واستغرقت التجربة يومين متتاليين.

– سفينة الفضاء مارس أوديسي Mars Odyssey

أطلقت سفينة الفضاء مارس أوديسي شكل (١٠) في ٧ أبريل ٢٠٠١ من

قاعدة كيب كانافيرال Cape Canaveral وصلت إلى الكوكب الأحمر في ٢٤ أكتوبر من نفس العام، بهدف رسم الخريطة الكيميائية والمعدنية للكوكب باستخدام ثلاثة أجهزة مخصصة لذلك، بالإضافة إلى جهاز تصوير حراري في الضوء المرئي وجهاز طيفي في مدى أشعة جاما الموجي لقياس التركيب تحت السطحي للكوكب. وأجهزة أخرى لرصد وجود الماء، مع إحراء تجربة إشعاعية لقياس الأخطار المحتملة التي قد تواجه في المستقبل أي رائد فضاء يهبط على المريخ.

سفينة الفضاء مارس ريكونيسانس Mars Reconnaisance

أطلقت هذه السفينة شكل (٤٤) في ١٢ أغسطس ٢٠٠٥ في تمام الساعة ٤٣:٧ صباحا من محطة كيب كانيفيرال بولاية فلوريدا الأمريكية والمتوقع أن تصل إلى المريخ في ١٠ مارس ٢٠٠٦ لتقوم بإجراء أرصاد عن سطح المريخ وما تحته وعن جوه بما يساعد على دراسة توزيع المياه فيه، وذلك بمساعدة ستة أجهزة متقدمة. وتؤدي المعرفة الدقيقة لما حدث للماء فيه إلى إلقاء الضوء عن احتمالات الحياة في الماضي والحاضر، مما يساعد رحلات المريخ المستقبلية في اختيار أنسب المواقع على سطح الكوكب لهبوط سفنها الفضائية.

الجوَّالتان «سبريت وأبورشيونتي»

في يناير (كانون ثاني) ٢٠٠٤، أنزلت وكالةُ ناسا، في موقعين مختلفين جدا على المريخ، اثنتين من أعقد الآلات التي بنيت حتى الآن، هماالجوالتان سبيريت Spirit وأبورتشونيتيOpportunity ، اللتان حملتا على متنيهما مجموعةً من الكاميرات والمقاييس الطيفية، للبحث عن إجابة لسؤال رئيسي متعلق

بجيولوجية المريخ: "ماذا كان دور الماء؟". أما المركبة سبيريت، فقد هبطت في فوهة جوزيف Gusev Crater، التي اختيرت لشكل تضاريسها، إذ بيّنت الصور المدارية التي أُخذت للفوهة أن ثمة واديًا، هو مآديم، يفضي إلى الفوهة، كما لو كانت جوزيف بحيرة في سالف الزمان.

ظهر في بداية الأمر، أن هذا الموقع منخفض إلى حد ما. ولم تعثر سبيريت على علامات وجود ماء في الماضي، وكل ما رأته صخور بركانية، بيّنت مقاييس سبيريت الطيفية أنها مكونة من الزبرجد الزيتوني olivine، والبيروكسين pyroxene، ومعادن تفتتت بقليل من ماء سائل. ولا يمكن أن تكون الصخور قد تعرّضت في ثلاثة بلايين سنة مضت أو نحوها لقدر ذي بال من المياه. وبينما كانت الجوالة سبيريت تتسلق تلال كولومبيا، التي تشرف على موقعِ الهبوط، صار الوضع أكثر إثارةً للاهتمام. حيث اكتشفت الجوالةُ كميات وفيرةً من أملاح الكبريت. ومن الواضح أن الصخور البركانية سُحقَتْ متحوّلةً إلى حبيبات صغيرة، ثم لصق الملح بعضَها ببعض، وهذه عملية قد يشارك فيها ماءٌ سائلٌ يتخلل الصخور، أو حمض كبريت متفاعل مع المعادن الموجودة أصلا في الصخور. ورغم هذه الإشارة الخفية إلى الماء، فما تزال الصخور محتوية مقادير كبيرة من الزبرجد الزيتوني والبيروكسين. وهكذا يبدو أن الماء - حتى ما كان يبدو منه على قاع بحيرة سابقًا ـ لعب دوراً ثانويًا خلال بلايين السنين القليلة الماضية.

أما المرْكبة الجوّالة أبورتشونيتي، فقد وُجِّهت إلى سهول ميريدياني. وكان اختيارُ هذا الموقع نقطةَ انطلاقِ عصرٍ جديدٍ في تاريخ استكشاف

الإنسانية للنظام الشمسي: فلم يسبق لعلماء الكواكب إرسال مجسٍّ إلى موقع، للتنقيب عن معادنه. صحيحٌ أن بعثات السفن الفضائية المبكّرة للمريخ حدّدت تركيب سطحه بدلالة العناصر الكيميائية، لكن معرّفة المعادن ـ المركّبات والبُنى البللورية التي كوّنتها تلك العناصر ـ كان يتطلب استعمال المقياس الطيفي للإنبعاث الحراري TES، وهي آلةٌ ابْتكَرت لسفينة المسح الشامل المدارية، التابعة لوكالة ناسا، والتي وصلت إلى الكوكب عام ١٩٩٧ . وفي خرائط المعادن تميزت سهول ميريداني بوفرة عالية من الهيماتايت المتبلور.

خلال السنوات الماضية، اكتشف مقياس طيف الإنبعاث الحراري TESأن كل الصخور والرمال المريخية تقريباً مكوّنةٌ من المعادن البركانية: الفَلْسْبَارْ (سليكات الألمنيوم)، والبيروكسين والزبرجد الزيتوني- وهي مركّبات البازالت.

إن لمقياس طيف الإنبعاث الحراري TES قوة تفريق فضائية منخفضة إلى حدٍّ ما، فمدى البيكْسلْ الواحد عدة كيلومترات. لذا لم يبدأ التنوعُ الحقيقيُّ لعلم المعادن المريخيّ بالوضوح إلاّ عام ٢٠٠١، عندما شرعت آلةُ التصوير تحت الحمراء ثيميس، التي ابتكَرتها مجموعة من الباحثين، لسفينة مارس أوديسي المدارية ـ لرسم الكوكب بقوة تفريق قدرها ١٠٠ متر. وقد بيّنت هذه الكاميرا، مع أوميجا، مجموعةً متنوعةً من مكونات صخور نارية، تناظر مثيلاتها على الأرض.

وفي ربيع عام ٢٠٠٤، شاركت سفينة وكالة الفضاء الأوروبية مارس إكسبرس المدارية، الحاملة لمقياس طيف الإشعاع تحت الأحمر القريب أوميجا

OMEGA ، في الجهود المبذولة، وبينت الوجود المكثف لهذه المعادن. وقد جرى التوصل إلى أن الزبرجد الزيتوني موجود تحت السطح بعمق يتجاوز ٤,٥ كيلومتر، وذلك في جدران منظومة أخدود فاليس مارينيريس؛ الذي يظهر في جميع أنحاء السهول الاستوائية، المحتوية على قيعان القنوات شكل (٥). ولم يكن اكتشاف البازالت، الذي يغطي مساحة كبيرة من الأرض والقمر، مفاجأة كبيرة. فالحمم التي تتدفق عبر هاواي من البازالت. وهي نمط بدائي ـ تكوّنت في المرحلة الأولى لانصهار دثار كوكب الأرض. وتنبثق الحمم باستمرار من سلاسل التلال الموجودة في منتصف أرضية المحيطات لتكوّن قيعانها.

بيد أن ثمة اكتشاف آخر لم يكن متوقّعًا. فعندما كانت صخور التضاريس القديمة شديدة التفوه، بازالتية، شابهت أحدث الصخور في الأراضي المنخفضة الشمالية، نمطًا أكثر تطورًا من الحمم، يسمى أنديسايت، تحوي قدرا أكبر من الزجاج والمعادن الغنية بالسيليكا، وقدرًا أقل من المعادن الحاوية للحديد. وعلى الأرض، تتكوّن الأنديسايتات، نموذجيا، حينما تمزجُ الصفائحُ التكتونيةُ الهابطةُ الماءَ بالصخور المنصهرة الواقعة تحت سطح الأرض. هذا ويعتبر الوجود المحتمل للأنديسايت على المريخ أمرا خادعا، فقد يشير إلى أن دثار المريخ أكثر ابتلالا من دثار الأرض، أو أن الحمم الحديثة انصهرت بدرجات حرارة أو تحتَ ضغوط مختلفة عن تلك المتعلقة بالبازلت القديم. وللتأكد، يقترح بعض العلماء أن الأنديسايت المفترض هو بازالت متنكّر؛ كضبابٌ الماء أو الحامض، يمكن أن يتفاعل مع المعادن، لتنتج طبقةً خارجيةً شبيهة بالأنديسايت. وقد يتعين على الباحثين انتظارُ نتائجِ دراساتٍ مفصّلَة لأسطح هذه الصخور، لحل هذه المسألة.

وبعد أيام من هبوط أبورتشونيتي، تبين أن سهول ميريدياني كانت ذات يوم مغمورة بالمياه. وقد اكتشفت فوراً معالمَ بارزةً لصخور رسوبية طباقية، شوهدت لأول مرة على المريخ. كانت هذه الصخور مليئة بالكبريت بنسبة ٣٠ إلى ٤٠ بالمائة من وزنها، ولا يُفَسَّرُ هذا إلاّ بتبخر الماء الغنيّ بالكبريت. هذا ولم تكن الكبريتات في فوهة جوزيف كثيفةَ. واتخذ الهيماتايت شكل كرات أُطلق عليها اسم "العنَبيَّات"، تتراوح أقطارها بين مليمتر واحد وخمسةَ مليمترات، وكانت مطمورةً في طبقات الصخور، ومبعثرةً على الأرض كلها.

إن أكبر بروز فوق الأرض كشفته أبورتشونيتي هو الذي يسمى جرْفَ المحترقات، بدا كسلسلةً من كثبان رملية بللتها مياه سطحية وجوفية. ويحتوي كثيرٌ من الحبيبات على كَبريتاتٍ، تكوّنت نتيجةَ تبخر الماء الراكد، الذي ربما وجد في مناطقَ منبسطة تسمّى غَوْطات، واقعةً بين تلك الكثبان. وقياسا على معالم مشابهة على الأرض، فقد استغرق تكوّنُ صخور جَرْف المحترقات مدةً تتراوح بين آلاف ومئات آلاف السنين. وربما تكوّنت حَبيبات الهيماتايت الكروية مؤخرا من موائع غنية بالحديد، منسابة عبر الرسوبيات. ولأول مرة، يدرس العلماءُ طبقةً بارزةً على سطح المريخ، بطريقة كثيرات الأوجه التي يسلكها الجيولوجيون على أرضنا.

ومع ذلك يشبه تشكيلُ سهول ميريدياني، أكثر سهول الكواكب انبساطًا، قاعَ بحيرة. ويوحي الامتداد الواسع للهيماتايت، الذي رصدته السفينة المدارية، بأنه كان بحيرةً كبيرةً منعزلةً أو بحرًا صغيرًا، أكثر من كونه جزءًا من محيط شامل. وتحتوي عدة فوهات واقعة جنوب وغرب رواسب الهيماتايت الرئيسيةَ صخوراً طبقية غنية بالهيماتايت، وربما كانت بحيرات منفصلةً.

و قد بدت الأمور وكأنّ المرْكبتين الجوالتين هبطتا على كوكبين مختلفين تماما: أحدهما أشد جفافًا من أي صحراء على الأرض، والآخر أرض تعجّ بآلاف البحيرات. فهل هذان هما الاحتمالان الوحيدان، أم أن جيولوجية المريخ أكثر تنوعًا من ذلك؟ وهل يمثّل هذان الموقعان، الذي يفصلهما آلاف الكيلومترات، النسق الكليَ لمكونات الصخور، والنشاط المائي على المريخ؟. للإجابة على هذه الأسئلة الكبيرة، نظر العلماء من جديد إلى بيانات السفن المدارية حول المريخ.

إن ما رأته سبيريت في فوهة جوزيف أكثر تمثيلا للمريخ مما وجدته أبورتشونيتي في ميريدياني. ومع ذلك، فإن ميريدياني ليست المكان الوحيد الذي تظهر فيه البحيرات في الصور المدارية. وتحوي فوهة آرام كاءوس، التي يبلغ قطرها ٢٨٠ كيلومتراً، قناةَ جريان، مليئة بالصخور الطباقيّة التي تحوي هيماتايت، وتكسو قاعها كتلٌ عملاقةٌ من الصخور، وتبدو كأن سيلاً جارفا من ماء تحت سطحي قد اندفع بعنف، مسببا انهيار التضاريس الفوقيّة، فاستقر بعضُ الماء في الفوهة، وشكّل طبقات من الرسوبيات الحاوية للهيماتايت.

وبالمثل، تحوي أغوار فاليس مارينيريز صخوراً حاويةً للهيماتايت الموجود في طبقات رقيقة سهلة التفتّت، شبيها بما يتوقعه المرء من ترسيبات مياه راكدة. إن هذه الصخور المنتشرة مع غيرها في المنطقة الاستوائية، غنية بالكبريت، وهي إشارة خفيّة إلى رسوبيّات ماء راكد. وقد تكون البحيرات قد مرت بأحداث عديدة من تشبع بالماء، ثم بخر (وربما تجمد)، ثم نحلل. ويُضافُ إلى قيعان البحيرات القديمة، مناطق تغشاها شبكات كثيفة من قنوات، كوّنها سقوطُ المطر

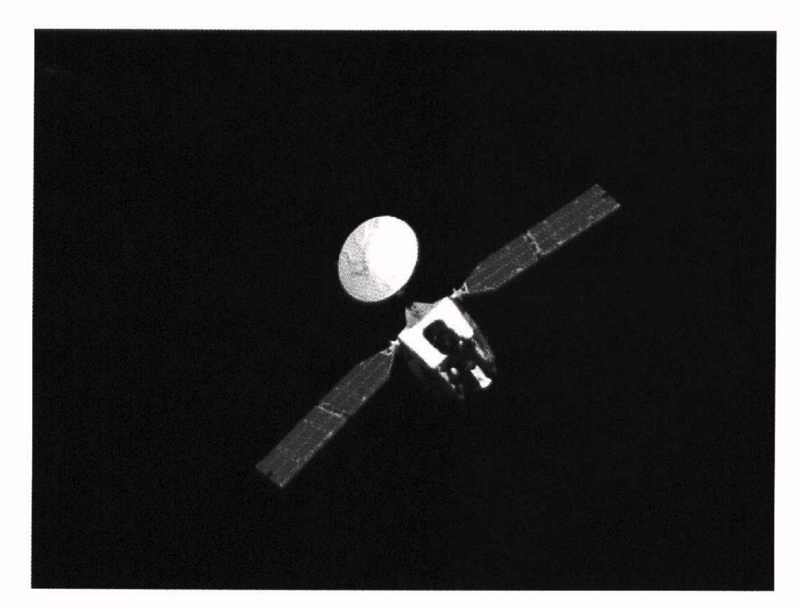
وجريانُه فوق السطح. ويزعم بعض الباحثين وجود محيطات شاسعة على المريخ، اعتمادا على أن بيانات الصور الفوتوغرافية للكوكب وطوبوغرافيَته تشير إلى وجود شواطئ وقيعان محيطات ملساء.

وتوفر كل هذه الاكتشافات دليلاً قويًا على أن الماء كان مستقراً في مناطق منعزلة طوال فترات قصيرة الأمد. تُرى، ما هي العوامل التي جعلت الماء يتراكم ويظل مستقرًا في هذه المواقع؟. ثمة تخمين قوي لهذا يعزو هذه العوامل لحرارةُ باطنِ الكوكب، والكمياتُ الوفيرة من الملح (الذي يخفض درجة حرارة التجمد)، ووجودُ غطاء واق من الجليد. وورنما أدّت صدماتُ النيازك الكبيرة، بين حين وآخر، إلى تدفئة الجوِّ وزيادة سماكته.

٢-موقف السوفييت والروس من غزو المريخ

استمد الشيوعيون شعارهم الأحمر من الكوكب الأحمر. ويبدو أن السوفييت ببرنامجهم الطموح كانوا يريدون هزيمة المريخ. وللأسف لم تكن النتيجة كما أرادها المخططون الأوائل. فبعد ٤٠ سنة و٢٠ محاولة للوصول إلى المريخ، سجل السوفييت والروس من بعدهم نجاحا باهتا، يقترب معدله من الصفر.

في الستينيات أجرى السوفييت ١١ محاولة، فشلت جميعها ،منها ثلاثة مسابير لم تصل إلى مداراتها. وفي عام ١٩٧١ وصلت سفينتان أحدها مدارية والأخرى هابطة إلى المريخ وهما يعملان بطريقة طبيعية. وقد صمم المسباران للعمل آليا، بمجرد الوصول، لذا أخذا قراءاتهما، لسوء الحظ، خلال عاصفة التراب الشاملة. لتجئ الصور التي التقطها المسباران مشوهة بالتراب العاصف



شكل (٤٤) سفينة مارس ريكونيسانس

الذي غلف الكرة المريخية، في حين انتظرت مارينر ٩ الأمريكية إلى أن انتهت هذه العاصفة.

حاول السوفييت مرة أخرى عام ١٩٧٣، فأرسلوا أسطولا من ٤ سفن، فشلت جميعها، بسبب عيب في الحاسب الآلي. حيث أخطأ اثنان الوصول إلى الهدف كلية، وقد فشلت الأولى بعد دخول المدار حول المريخ مباشرة، واستمرت الثانية على سطح المريخ ١٥٠ ثانية ثم توقفت.

وبعد ١٥ سنة، وفي عام ١٩٨٨ حاول السوفييت مرة أخرى بمسبارين، أحدهما محمول على السفينة المدارية والآخر محمول على السفينة الهابطة،

بهدف الوصول إلى قمر المريخ فوبوس. وضل كلاهما الطريق إلى المريخ، ولكن السفينة الأولى فشلت قبل وصولها إلى المريخ بدقائق.

وأخيرا وفي عام ١٩٩٦ حاول الروس إرسال سفينة باسم المريخ ٩٦ بسفينة مدارية وأربع سفن هابطة، تحمل مثقابين لسبر الأرض المريخية. هذه السفينة لم تغادر مدارها الأرضي، حيث انفجر صاروخها خلال عملية الإطلاق. وقد أنهى هذا الفشل الذريع البرنامج الروسي لاستكشاف الكواكب.

وهكذا ذهب البرنامج الروسي إلى المريخ، بهدف الكشف عن عجائبه ولكنه عاد من المريخ بخفي حنين. ولا يبقى للروس إلا أن يحلموا ويقولوا ما قاله شاعر معاصر:

قد يصبحَ العمرُ أحلاما نطاردها ... تجري ونجري وتُدمينا ولا نصلُ

ضيّعتُ عُمري أبيعُ الحلمَ في زمنٍ ... شيئان عاشا عليه: الزيفُ والدجلُ

كم راودتنا بحارُ البعدِ في خَجَلٍ ... لا نستطيع بعادا كيف نَحْتَملُ

ما زلتُ طيرا يغني الحلمَ في أملٍ ... قد يمنحُ الحلمُ ما لا يمنحُ الأجلُ

٣- ألأخطار المحدقة بالمسافرين إلى المريخ

هناك الكثير من المخاطر الصحية التي يمكن أن تواجه رواد الفضاء المسافرين إلى المريخ في المستقبل، بدءا من التأثر بالإشعاع وحتى التعرض لضربات الشهب المتناثرة في الطريق إلى المريخ، أو في الفضاء المحيط به.

وربما يبدأ برنامج السفر إلى المريخ بتحقيق إقامة دائمة دورية لطاقم رواد فضاء على سطح القمر كل ٩٠ يوما. وتكمن الخطورة الحقيقية في الإشعاع الناتج عن الإنفجارات الشمسية، وكذا الأشعة الكونية التي يتعرض لها الرواد. ويمكن عمل دروع واقية من الإشعاع حول المركبات التي سيقيم فيها الرواد.

وتستغرق مهمة إرسال الرواد إلى المريخ ١٥ شهرا معظمها في قطع المسافة بين الأرض والمريخ، وهو ما يفرض إجراءات لحماية طاقم الرواد من الإشعاعات، وتأمين عودتهم إلى الأرض سالمين. فضلا عن ضرورة التغلب على العامل النفسي الناشئ عن العزلة المتنامية كلما ازدادت فترة بعدهم عن الأرض، ووجودهم في غرف مغلقة أشبه بالسجن الحصين، مما يقلقهم، ويبعد النوم عن جفونهم، بالإضافة إلى عوامل اليأس والكآبة التي تنتابهم.

ويحتاج الأمر إلى وضع ميزانيات أكبر لإجراء أبحاث في الطب الفضائي، مما قد تنعكس نتائجها على حياتنا فوق سطح الأرض. وكذلك يتطلب الأمر الأخذ في الإعتبار الحالات المرضية الطارئة أثناء الرحلة. هذا بالرغم من وجود أكثر من ٢٠٠ نوع من الأدوية التي تتعلق بأمراض الفضاء، مع امكانية العلاج داخل المركبات الفضائية، وإجراء العمليات الجراحية العادية. فمثلا يمكن استئصال الزائدة الدودية لأحد الرواد في حالة التهابها المفاجئ أثناء الرحلة.

من ناحية أخرى فإن السير على صخور المريخ وتربة سطحة قد يحتاج إلى عربات الخدمة الشاقة الثقيلة أو مدرعات ومجنزرات. وربما يبدو ذلك مهمة خيالية. إلا أن مهندسي وكالة ناسا يأخذون الأمر مأخذ الجد، ويأملون في

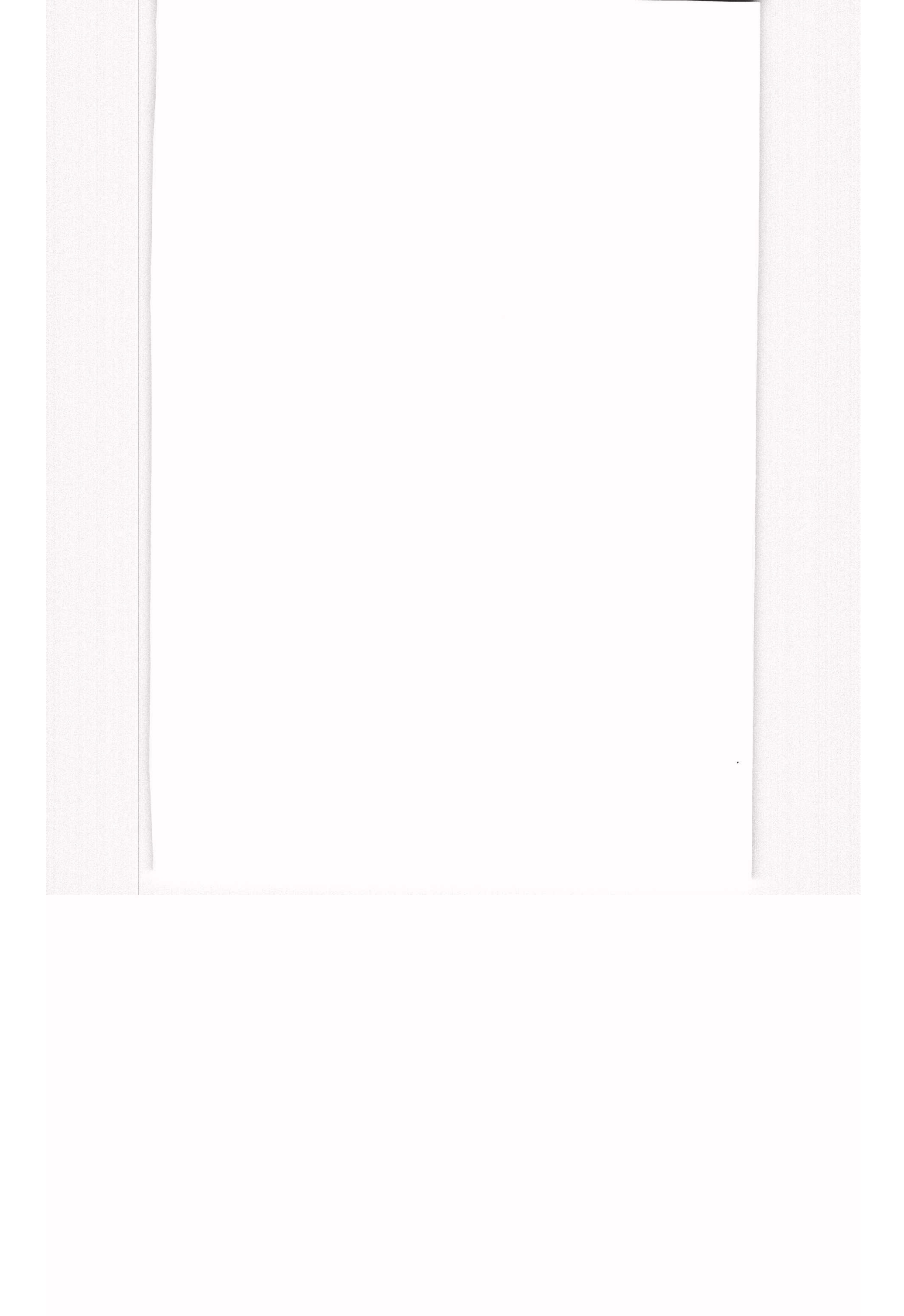
إرسال سيارات بحجم صغير لدراسة الحركة على الكوكب الأحمر. ويقوم معمل الدفع النفاث في باسادينا بولاية كاليفورنيا بتطوير وتعديل هذه العربات البدائية لتتناسب مع المهمات التي سترسل فيها. وتتخذ هذه العربات أشكالا مختلفة تتراوح بين شكل البلدوزر والدبابة، بكتلة مبدئية قد تبلغ ٣٦ كجم، لتعمل آليا وتكون لها القدرة على توجيه نفسها، أو مساعدة بعضها البعض للخروج من المواقف الحرجة. ويستطيع عدد من السيارات الدقيقة منها العمل بكفاءة تفوق بلدوزر كبير، وتكون أكثر سهولة في نقلها إلى المريخ. ويخطط بريان ويلكوكس Brian Wilcox مشرف مجموعة السيارات الآلية لإرسال ١٠٠ سيارة منها في نهاية هذا العقد أو بداية العقد التالي. وسوف تبرمج هذه التراكتورات dozers لمساعدة وجود الإنسان في عمل فجوات لمجموعة من المخابئ المناسبة للحياة. ويتم توجيه هذه السيارات من برج مركزي يكشف ٣٦٠ درجة من التلال والسهول المحيطة به. وكذلك يقوم البرج بتوجبه أشعة الشمس إلى الفجوات التي يعيش فيها العاملون في البعثة المريخية.

ولسوف تلعب الأقمار الصناعية دورا هاما في رسم خرائط جديدة لسطح المريخ، لاختيار أنسب المواقع ليتم الحفر فيها، مثل مواقع الينابيع الحارة إن وجدت، أو في طبقات الثلج، أو في مستودعات المياه الجوفية إذا اكتشفت. ويجب أن تدرس هذه الحفارات المواقع جزءا جزءا، تماما مثلما يحدث في حفائر البحث عن الآثار على سطح الأرض. ويتم حاليا تصنيع صناديق ذات أذرع، تعمل على تحميل نتاج الحفر على ظهر الحفار. ويتم تصميم مثقاب لتكسير الصخور الكبيرة وتفتيتها، كي لا تمثل عائقا أمام سير العربات. ويخطط المهندسون لعمل حفارات تقوم بإرسال بيانات إلى محطة مركزية للتحليلات

العلمية. وتلعب نماذج الحفارات المتقدمة دورا هاما في الكشف عن المناجم المفيدة للإنسان في حياته المستقبلية على المريخ. ويقول ويلكوكس أن من أهم أهداف فريق العمل في تصميم هذه الحفارات هو تعيين الحجم الأمثل لهذه الحفارات، التي يتوقع إنجازها في غضون السنوات الخمس القادمة.

ويقول وين سكوبر Wayne Scober مدير الأنظمة السطحية المتقدمة للروبوت بمعمل الدفع النفاث " أن الناس حينما يسمعون عما نعمل يظنون أنه نوع من الخيال العلمي. ولأننا لا نتفكه ولا نلهو، فإننا نعني العمل المثمر الجاد" . ولو تأملنا في كلمات سكوبر وعدنا بخيالنا إلى الوراء، لنتخيل إنسان الكهوف، أو حتى إنسان ما بعد الميلاد وحتى ما قبل القرن العشرين أو الحادي والعشرين، الذي لم يرد على خياله وفكره على الإطلاق أن يهبط الإنسان على سطح القمر، أو حتى يتطرق لذهنه حلم الهبوط على كوكب المريخ.

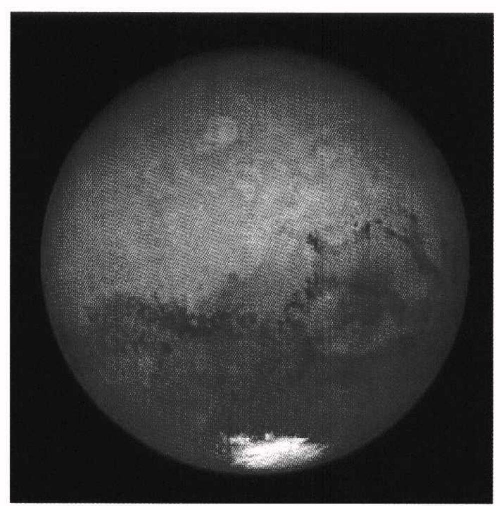
ولعل سيارات الجيل الثاني هي الهدف الآن لمعمل الدفع النفاث، مثل كرات مضادة لاضطراب حركة الرياح، والمناطيد وسيارات الوديان والسهول من أجل تكوين صورة عن مكونات الهواء والسطح الكوكبي وما تحته. ويأمل العلماء في إرسال أسطول من الروبوت إلى المريخ والزهرة، وكذلك إلى قمر المشتري أوروبا، وقمر زحل تيتان.



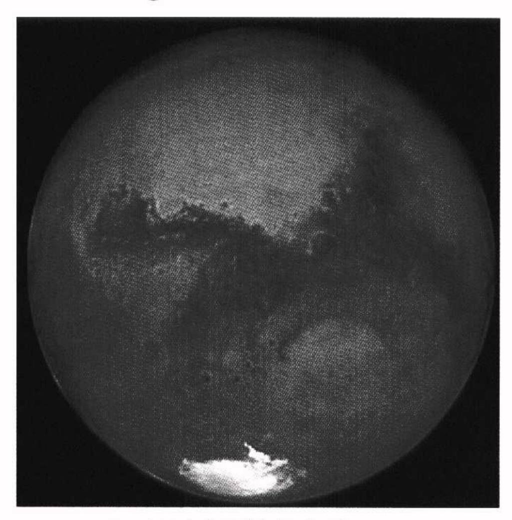
الخاتمـــة

يتبادر الآن سؤال إلى الذهن: هل يا ترى تبقى كل المعلومات التي سبق ذكرها دون تغيير؟. أم تلعب رحلات الفضاء إلى المريخ وغيره من الكواكب دورا كبيرا في تغييرها ؟. وهل تتحقق أمنية الإنسان في الهبوط على سطح المريخ، كما خطط لها، مابين ٢٠١٠ و٢٠٢٠ ، كما هبط على سطح القمر في أعوام ١٩٦٩ - ١٩٧٣، وبذلك تكون احتمالات تغيير معظم هذه المعلومات كبيرة. أم تظل معلوماتنا عن المريخ كما هي، شبيها في ذلك بالحال على سطح القمر، الذي لم تتغير معلوماتنا عنه كثيرا بالهبوط عليه. هذا ما سوف تجيب عليه السنوات القليلة القادمة.

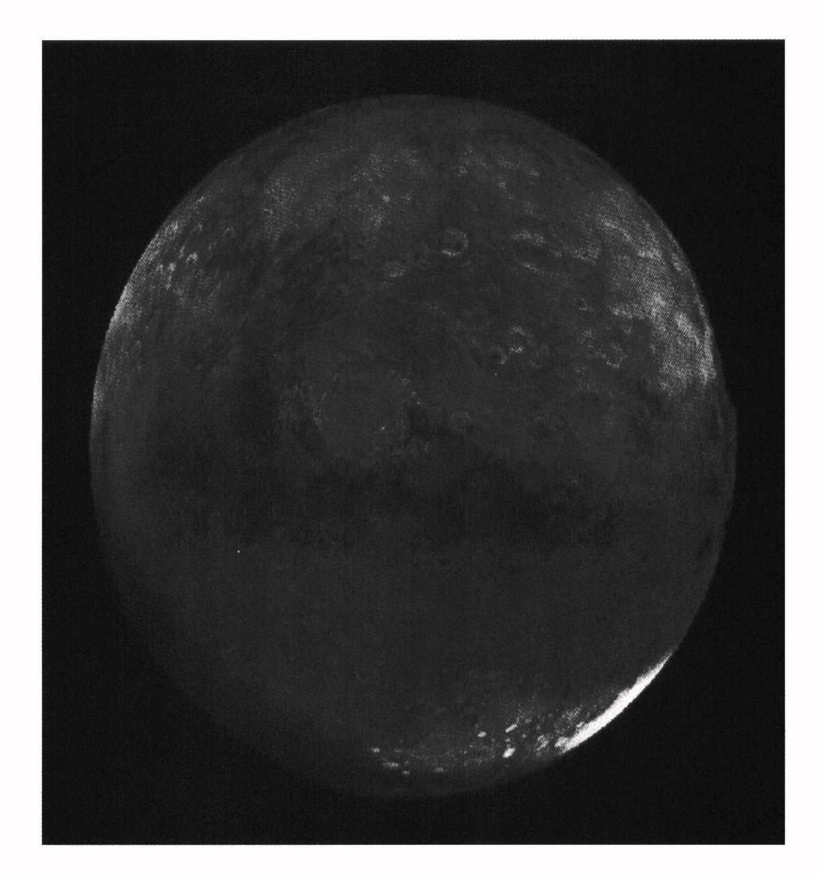
لقطات مختلفة لكوكب المريخ



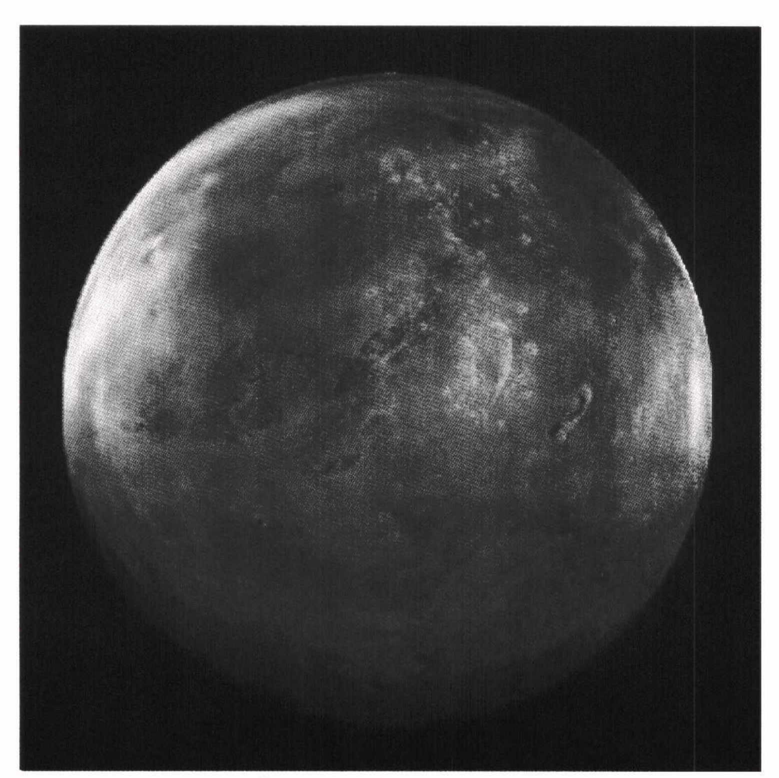
شكل (٤٥) كوكب المريخ



شكل (٤٦) الطاقية القطبية الجنوبية



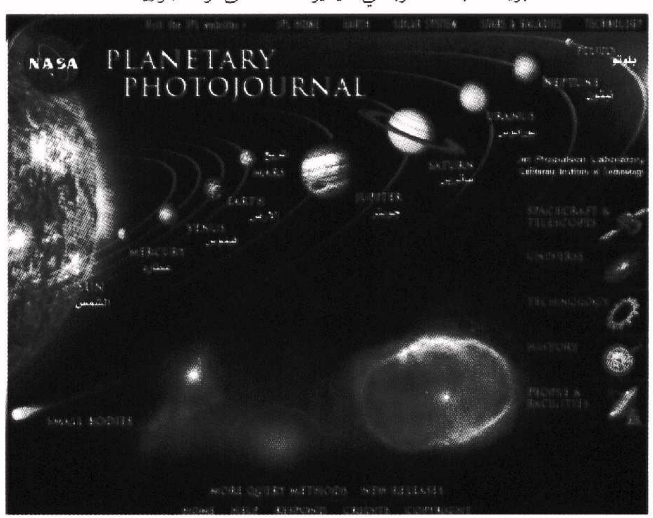
شكل (٤٧) -المريخ كما صورته السفينة المدارية فايكنج وتركز الصورة على منطقة شيباريللي ومنطقة سيناس ميريدياني التي تبدو في هذه الصورة أكبر من التي التقطها تلسكوب هابل الفضائي وذلك بسبب قرب السفينة المدارية فايكنج من المريخ أكثر من تلسكوب هابل.



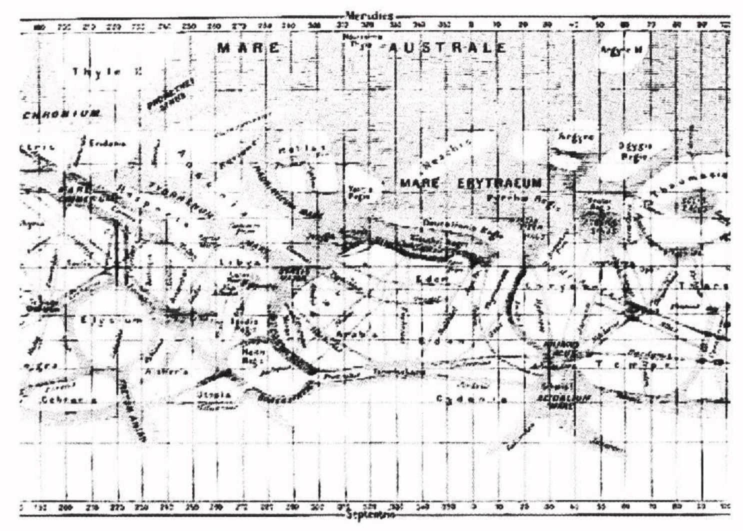
شكل (٤٨) كوكب المريخ في لقطة أخرى



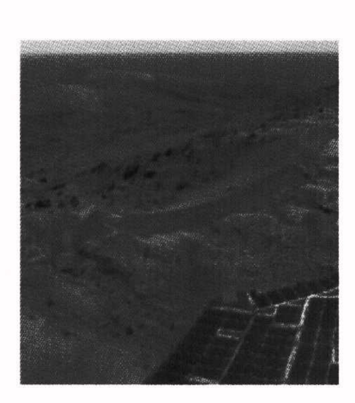
شكل (٤٩) - عربة السير على المريخ إجرس Egress التابعة لمسبار معمل الدفع النفاث بوكالة ناسا سبريت. هبطت العربة في ٤ يناير ٢٠٠٤ على فوهة جوزيف.



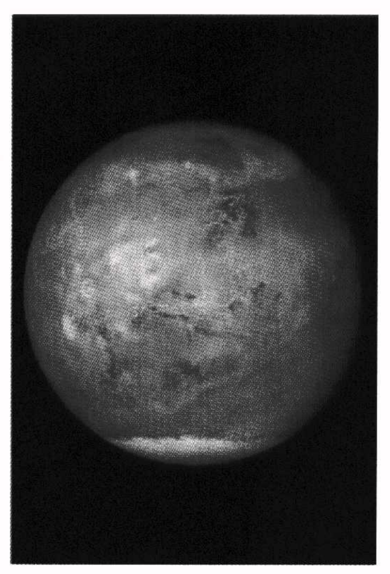
شكل (٥٠) المجموعة الشمسية في ظل الاكتشافات الحديثة



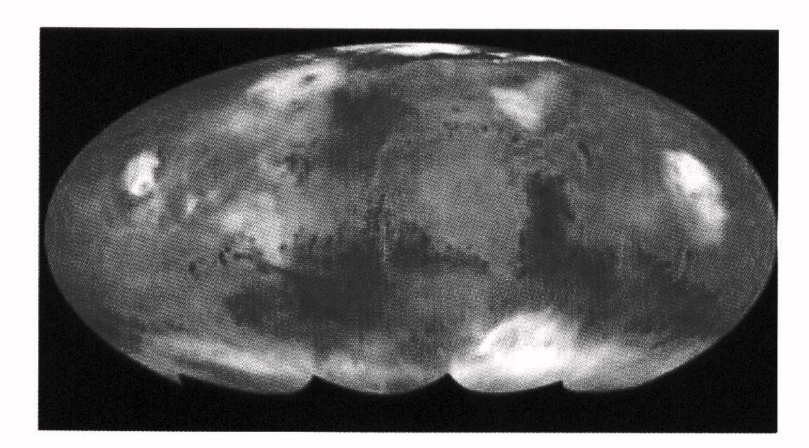
شكل (٥١) - آخر صورة أرسلها مسبار سبرت Spirit لوادي تنيسي Tennessee Vally بعد ٥٧٠ يوما من هبوطه على المريخ في يناير ٢٠٠٤
وتبين الصورة جزءا من تل هازباند الذي يعتبر جزءا من تلال كولومبيا (نسبة إلى المكوك كولومبيا الذي انفجر وكان اسم قائده ريك هازباند (Rick Husband) ويرتفع تل هازباند ١٠٦ مترا عن الموقع الذي هبطت عليه سبريت في فوهة جوزيف Gusev crater التي يبلغ قطرها ١٥٠ كم واكتشف المسبار وجود رواسب معدنية تدل على وجود الماء من قبل



شكل (٥٢) - صورة للشروخ والطبقات التي تغطي صخور المريخ التقطها الكاميرا البانورامية بمسبار أبورشيونيتي Apportunity التي هبطت على سطح المريخ في ٢٥ يناير ٢٠٠٤ .



شكل (٥٣) - صورة للمريخ في مايو ٢٠٠٣

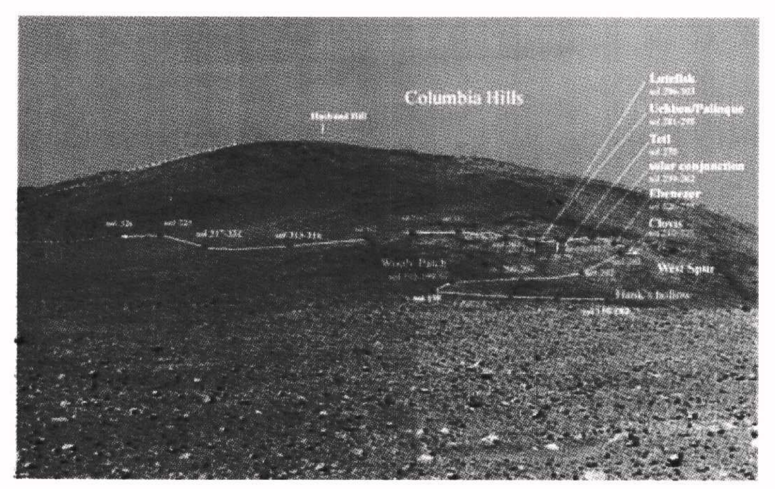


شكل(٥٤) - منظر عام لكوكب المريخ من كلتا جهتيه

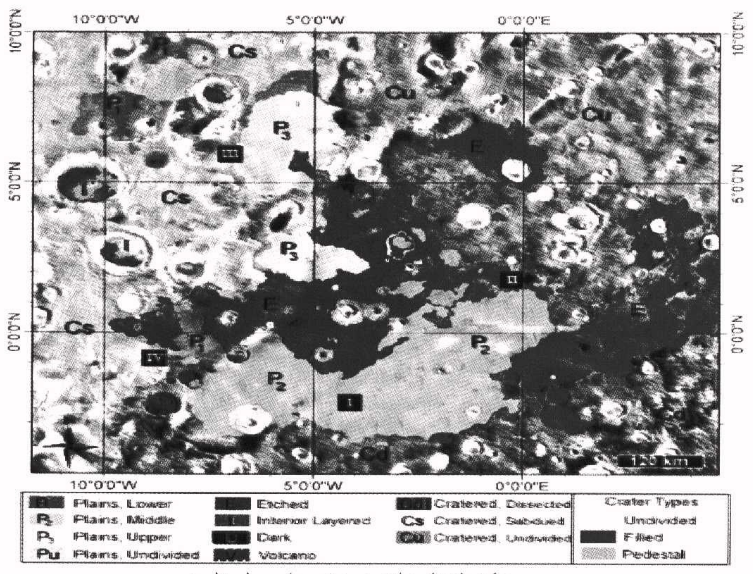


شكل (٥٥) أسماء المعالم الرئيسية الموجودة على سطح المريخ

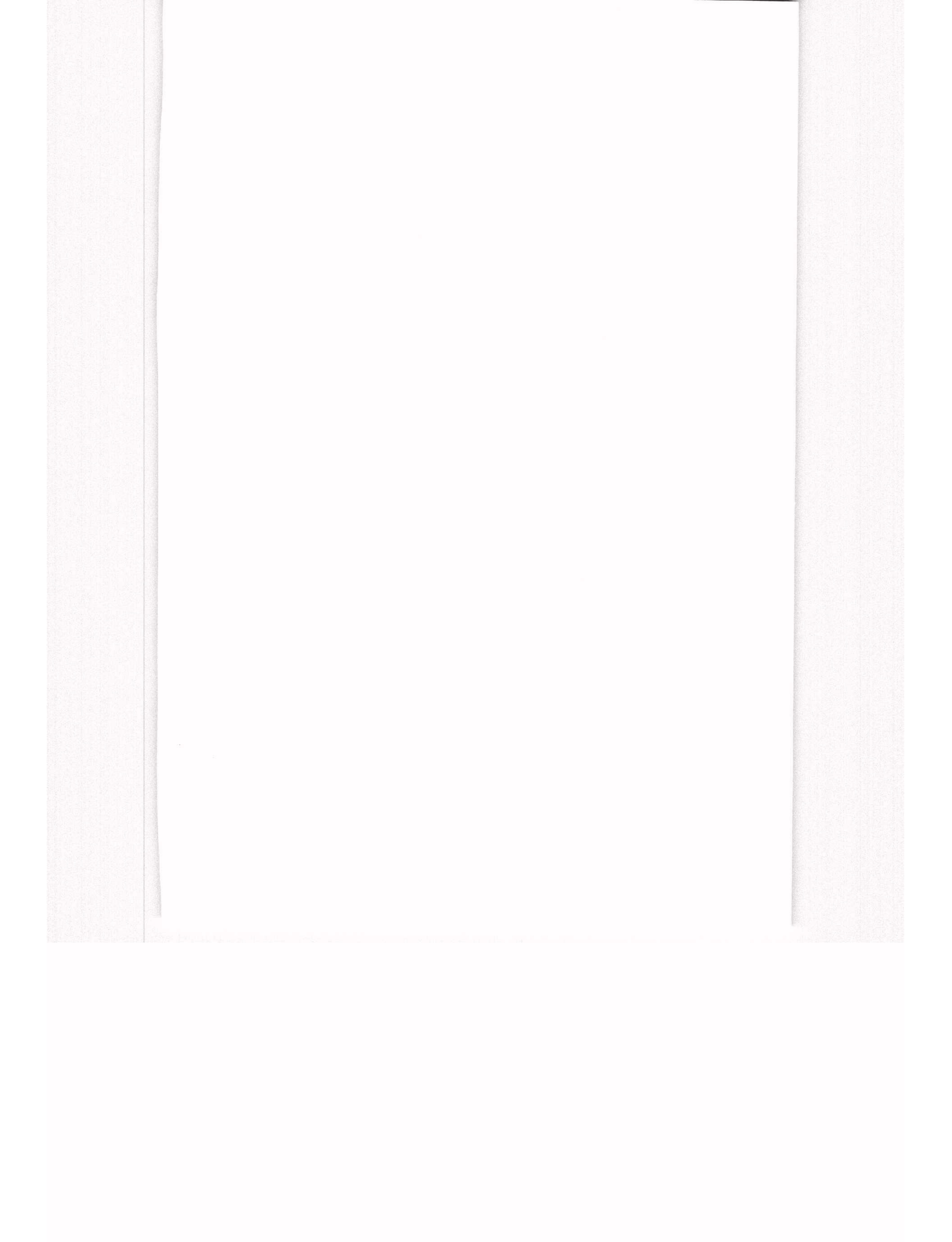
1 Acidalla Planita
2 Alba Patera
3 Albor Tholus
4 Amazonis Planitia
5 Arabia Terra
6 Arcadia Planitia
7 Argyre Planitia
8 Arsia Mons
9 Ascraeus Mons
10 Cerberus
11 Chryse Planitia
12 Cydonia Mensae
13 Daedalia Planum
14 ElysiumMons
15 Elysium Planitia
16 Ganges Chasma
17 Hecates Tholus
18 Hellas Planitia
19 Isidis Planitia
20 Margaritifer Terra
21 Noachis Terra
22 Olympus Mons
23 Pavonis Mons
24 Promethei Terra
25 Solis Planum
26 Syrtis Major Planitia
27 Tempe Te
28 Terra Cimmeria
29 Terra Meridiani
30 Terra Sabaea
31 Terra Cire
32 Tharsis Montes
33 Tharsis Tholus
34 Tyrrhena Terra
35 Utopia Planitia
36 Valles Marineris
37 Xanthe Terra



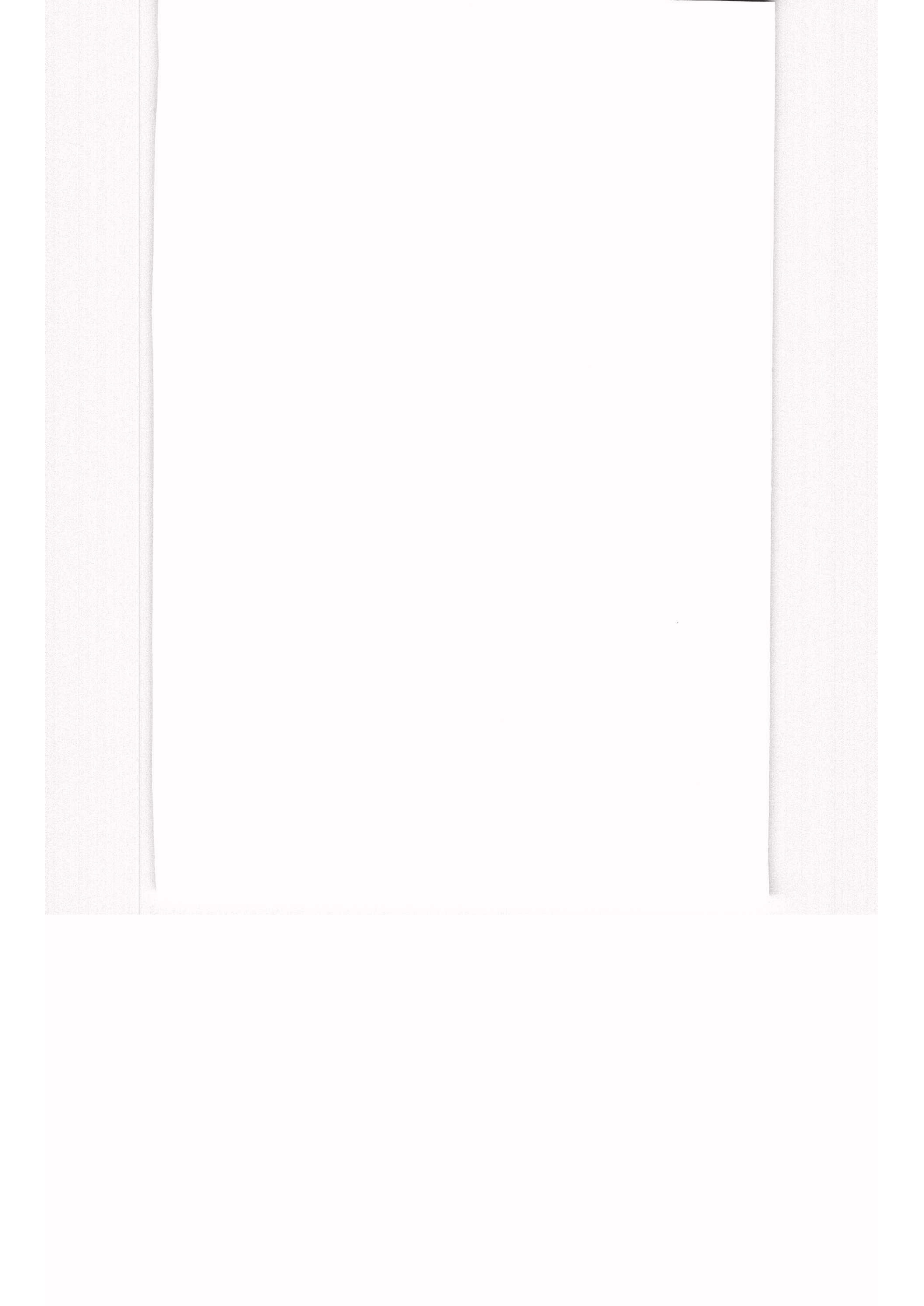
شكل (٥٦) - موقع مسبار سبيريت



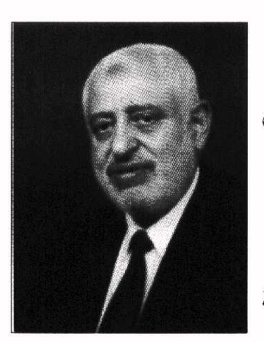
شكل (٥٧) منطقة ماريدياني على سطح المريخ



محتويات الكتاب



المؤلف في سطور



محل وتاريخ الميلاد: المنصورة - دقهلية في ١/٣/١٩٤٣م.

التاريخ العلمي :

١-بكالوريوس علوم (فيزياء-فلك) ١٩٦٥م كلية العلوم جامعة القاهرة.

٢-ماجستير في الفلك أبريل ١٩٧٢م كلية العلوم جامعة القاهرة.

٣-دكتوراه في الفلك والفيزياء ديسمبر ١٩٧٩م كلية الطبيعة - موسكو.

٤-الخدمة العسكرية في الفترة من سبتمبر ١٩٧٢م حتى يناير ١٩٧٥م.

٥-باحث (مدرس) بالمعهد القومي للبحوث الفلكية ٣/ ١٩٨٠م.

٦-أستاذ باحث مساعد (أستاذ مساعد) في ٢٠/ ٦/ ١٩٨٤ م.

٧-أستاذ باحث (أستاذ) في ٢٢/ ١١/ ١٩٩٣ م.

التاريخ الوظيفي :

١-مدير القبة الفلكية بأرض المعارض بالجزيرة بالانتداب لوزارة الثقافة المصرية من عام ١٩٨١ حتى ١٩٩٢م.

٣- مدير للقبة الفلكية بمركز الملك فهد الثقافي بالرياض منذ أبريل ١٩٩٢م وحتى سبتمبر ١٩٩٤م.

٤- من مؤسسي جامعة آل البيت بالأردن وأول مدير ومؤسس لمعهد الفلك

وعلوم الفضاء بجامعة آل البيت وأستاذا للفلك بالمعهد منذ سبتمبر ١٩٩٤م حتى سبتمبر ١٩٩٦م.

٥- رئيس قسم بحوث الشمس والفضاء بالمعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية اعتبارا من يناير ٢٠٠١ حتى مارس ٢٠٠٣م.

٦- أستاذ متفرغ بقسم بحوث الشمس والفضاء اعتبارا من مارس ٢٠٠٣م.

عضوية الاتحادات المحلية والدولية :

١-عضو الجمعية الفلكية المصرية منذ عام ١٩٧٨ م.

٢-عضو الاتحاد الدولي الفلكي منذ عام ١٩٨٢ م.

٣-مقرر اللجنة القومية للعلوم الفلكية منذ عام ١٩٨٥ م وحتى عام ١٩٩٢م ومنذ نوفمبر ٢٠٠٢ حتى تاريخه.

٤-عضو لجنة الإعجاز العلمي في القرآن الكريم بالمجلس الأعلى للشئون الإسلامية بوزارة الأوقاف المصرية منذ ٩/ ٢٠٠٣ .

ترجمات ومؤلفات ومقالات :ـ

١-قمت بترجمة ومراجعة مقالات عديدة من مجلة العلوم الأمريكية ومراجعة كتاب (المرجع في الفلك والعلوم الكونية) و(الموسوعة العلمية الفلكية) بتكليف من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

٢-الاشتراك في وضع أسئلة الفلك بكتاب (دليلك إلى المسابقات العلمية - س وج) منشورات أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا.

٣-تأليف كتاب " دور الفلك في الحياة العلمية ووسائل تبسيطه وتقريبه للناشئة" (مؤسسة الكويت للتقدم العلمي).

٤-تأليف كتاب (توظيف التكنولوجيا في خدمة الاهتمامات الفلكية في الفضاء) مطبوعات مرصد حلوان طبعة أولى ١٩٩٠- ثانية ٢٠٠٣ .

٥-تأليف كتاب (الشمس والقمر بحسبان..خصائص وظواهر) مطبوعات مرصد حلوان طبعة أولى ١٩٩٠ - طبعة ثانية ٢٠٠٣ .

٦-إعداد كتاب بدائع الكون الفسيح (من سلسلة قطوف العلم) مطبوعات أكاديمية البحث العلمي ١٩٩٠ م.

٧-تأليف كتاب "سباحة فضائية في آفاق علم الفلك" - الكويت ١٩٩٩ .

٨- إعداد كتاب "القاموس الميسر في علم الفلك والفضاء " مطبوعات المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية ٢٠٠١ .

٩- إعداد وتنسيق أجندة المعهد الفلكية لأعوام من ٢٠٠١ وحتى ٢٠٠٧ بالتقويم الميلادي والهجري والقبطي مصحوبابالظواهر الفلكية اليومية على مدار السنة.

١٠- الاشتراك في تأليف كتيب "مرصد القطامية الفلكي بعد تطويره " .

١١-تأليف كتاب "يسألونك عن الأهلة..وعن الشمس والأرض والقمر" من مطبوعات المعهد القومي للبجوث الفلكية والجيوفيزيقية ٢٠٠٣ .

رقم الإيداع بدار الكتب والوثائق المصرية

٢٠٦٣٨/ ٢٠٠٦

2006/20638